

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**APLICACIÓN DE LA EMULSION ASFALTICA EN LA  
CONSERVACION DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA  
DE ADOBE, SAPALLANGA - 2019**

**TESIS PRESENTADO POR  
BACH. AURIS ROMERO, Julio César**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL  
NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA  
PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS EN PROCESO CONSTRUCTIVO**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO – PERU**

**2019**

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**APLICACIÓN DE LA EMULSION ASFALTICA EN LA  
CONSERVACION DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA  
DE ADOBE, SAPALLANGA - 2019**

**TESIS PRESENTADO POR  
BACH. AURIS ROMERO, Julio César**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL  
NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA  
PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS EN PROCESO CONSTRUCTIVO**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO – PERU**

**2019**

**Asesor:**

**Ing. Fernando Alberto Vargas Manrique**

## **DEDICATORIA**

*A mi madre, por su apoyo constante e incondicional dándome las fuerzas para la culminación del presente trabajo de investigación.*

**Julio Cesar Auris Romero**



## **AGRADECIMIENTO**

*Ala Universidad Peruana los Andes por mi formación profesional y al incentivar la práctica de la investigación en sus alumnos.*

*A mis padres Julio y Esther por su confianza, tolerancia, paciencia, durante el desarrollo de este proceso de investigación.*

*A mi hermana Mary Liz, que durante todo este tiempo siempre estuvo conmigo compartiendo buenos momentos, dándome alegrías y por su apoyo.*

**Julio Cesar Auris Romero**

**HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO DE  
SUSTENTACIÓN DE TESIS**

---

DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA  
Presidente

---

DR. SEVERO SIMEON CALDERON SAMANIEGO  
JURADO REVISOR

---

ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA  
JURADO REVISOR

---

ING. ERNESTO WILLY GARCÍA POMA  
JURADO REVISOR

---

MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA  
SECRETARIO DOCENTE



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**



*“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”*

**EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA: a**

**CONSTANCIA N° 0145**

Que, el (la) bachiller: **AURIS ROMERO JULIO CÉSAR**, de la Escuela Profesional de **INGENIERIA CIVIL**, presentó la tesis denominada: **APLICACIÓN DE LA EMULSION ASFALTICA EN LA CONSERVACION DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE ADOBE, SAPALLANGA - 2019**”, la misma que cuenta con **0200 Páginas** y que ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el **027 %** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 26 de abril del 2022



**Dr. Santiago Zevallos Salinas**  
Director de la Unidad de Investigación

## INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
INDICE DE CONTENIDO .....	vii
INDICE DE TABLAS .....	x
INDICE DE GRÁFICOS .....	xii
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN .....	xix
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION.....	21
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
1.2. FORMULACION Y SISTEMATIZACION DEL PROBLEMA .....	23
1.2.1. Formulación Del Problema General .....	23
1.2.2. Formulación De Problemas Específicos.....	23
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACION.....	23
1.3.1. Práctica o Social.....	24
1.3.2. Científica o teórica.....	24
1.3.3. Metodológica .....	24
1.4. DELIMITACIONES.....	25
1.4.1. Espacial.....	25
1.4.2. Temporal .....	25
1.4.3. Económica.....	25
1.5. LIMITACIONES DEL ESTUDIO .....	25
1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
1.6.1. Objetivo General.....	26
1.6.2. Objetivos Específicos .....	26
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	27
2.1. ANTECEDENTES .....	27
2.1.1. Antecedentes Nacionales.....	27
2.1.2. Antecedentes Internacionales .....	31
2.2. MARCO CONCEPTUAL .....	33

2.2.1.	Construcciones Con Tierra.....	33
2.2.2.	Tipos De Construcción Con Tierra .....	37
2.2.2.1.	Adobe.....	38
2.2.2.2.	Tapial .....	59
2.2.3.	El Asfalto.....	61
2.2.4.	Humedades En La Construcción.....	77
2.2.5.	Conservación.....	80
2.2.5.1.	Restauración.....	81
2.2.5.2.	Preservación.....	81
2.2.5.3.	Rehabilitación .....	81
2.2.5.4.	Reconstrucción .....	81
2.3.	DEFINICIÓN DE TERMINOS: .....	82
2.4.	HIPÓTESIS.....	85
2.4.1.	Hipótesis general.....	85
2.4.2.	Hipótesis específicas .....	85
2.5.	VARIABLES .....	85
2.5.1.	Definición conceptual de las variables.....	85
2.5.2.	Definición operacional de las variables .....	86
2.5.3.	Operacionalización de las variables .....	86
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		87
3.1.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	87
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	87
3.3.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	87
3.4.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	88
3.4.1.	Clasificación del diseño experimental.....	90
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	91
3.5.1.	Población.....	91
3.5.2.	Muestra .....	91
3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	92
3.7.	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	93
3.7.1.	Procedimiento De Recolección De Datos.....	93
3.7.1.1.	Extracción De Material.....	93
3.7.1.2.	Proceso Elaboración Adobe Tradicional.....	94

3.7.1.3. Proceso Elaboración Adobe Con Incorporación De Emulsión Asfáltica 97	
3.7.2. Técnicas De Ensayos.....	100
3.7.2.1. Ensayo De Granulometría .....	102
3.7.2.2. Límites de consistencia .....	104
3.7.2. 3. Ensayo De Succión .....	107
3.7.2. 4. Ensayo De Absorción.....	114
3.7.2. 5. Ensayo De Resistencia A La Compresión .....	120
3.8. TÉCNICA Y ANÁLISIS DE DATOS.....	126
3.8.1. Ensayo De Granulometría .....	126
3.8.2. Límites De Consistencia .....	129
3.8.3. Ensayo De Succión .....	130
3.8.4. Ensayo De Absorción .....	133
3.8.5. Ensayo Resistencia a la Compresión .....	135
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	139
4.1. RESLTADOS OBTENIDOS .....	139
4.1.1. ENSAYO DE GRANULOMETRIA .....	139
4.1.2. LIMITES DE CONSISTENCIA.....	140
4.1.3. ENSAYO DE SUCCIÓN .....	140
4.1.4. ENSAYO DE ABSORCIÓN .....	142
4.1.5. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	144
4.2. VALIDACION DE HIPOTESIS .....	146
4.2.1. HIPOTESIS ESPECIFICA N° 1 .....	146
4.2.2. HIPOTESIS ESPECIFICA N° 2 .....	148
4.2.3. HIPOTESIS ESPECIFICA N° 3 .....	150
CAPÍTULO V: DISCUSION DE RESULTADOS.....	152
CONCLUSIONES .....	156
RECOMENDACIONES .....	158
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	159
ANEXOS.....	162
Anexo N°01: Matriz de consistencia .....	163
Anexo N°02: Ensayos .....	165
Anexo N°03: Fichas Técnicas .....	178
Anexo N°04: Panel fotográfico.....	182

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición granulométrica de la tierra adecuada para la fabricación de adobes, según varios autores .....	41
Tabla 2. Historia Del Asfalto.....	62
Tabla 3. Composición Del Asfalto .....	75
Tabla 4. Operacionalización de las variables .....	86
Tabla 5. Pesos Total para elaboración de adobe tradicional y con emulsión asfáltica.....	97
Tabla 6. Datos ensayo granulometría.....	104
Tabla 7. Datos ensayo límite líquido .....	106
Tabla 8. Datos ensayo límite plástico.....	107
Tabla 9. Datos ensayo Succión – Adobe tradicional .....	112
Tabla 10. Datos ensayo Succión – Adobe 1% emulsión asfáltica .....	113
Tabla 11. Datos ensayo Succión – Adobe 3% emulsión asfáltica .....	113
Tabla 12. Datos ensayo Succión – Adobe 5% emulsión asfáltica .....	114
Tabla 13. Datos ensayo Absorción – Adobe Tradicional.....	118
Tabla 14. Datos ensayo Absorción – Adobe Con 1% emulsión asfáltica	118
Tabla 15. Datos ensayo Absorción – Adobe Con 3% emulsión asfáltica	119
Tabla 16. Datos ensayo Absorción – Adobe Con 5% emulsión asfáltica	119
Tabla 17. Medición de área – Unidades de Adobe tradicional .....	123
Tabla 18. Toma de datos ensayo resistencia a la compresión – Unidades de Adobe tradicional.....	124
Tabla 19. Medición de área –Unidades de adobe con 1% de emulsión asfáltica.....	124
Tabla 20. Toma de datos ensayo resistencia a la compresión – unidades de Adobe con 1% emulsión asfáltica. ....	124
Tabla 21. Medición de área – unidades de adobe con 3% de emulsión asfáltica.....	125
Tabla 22. Toma de datos ensayo resistencia a la compresión – Unidades de adobe con 3% emulsión asfáltica.....	125
Tabla 23. Medición de área – unidades de adobe con 5% de emulsión asfáltica.....	125
Tabla 24. Toma de datos ensayo resistencia a la compresión – unidades de adobe con 5% emulsión asfáltica.....	126
Tabla 25. Análisis de datos - Granulometría.....	126
Tabla 26. Clasificación Aashto.....	128
Tabla 27. Clasificación Sucs .....	128
Tabla 28. Calculo Índice de Plasticidad .....	130
Tabla 29. Calculo Succión unidad de albañilería de adobe tradicional...	131
Tabla 30. Calculo succión adobe con 1% de emulsión asfáltica. ....	131
Tabla 32. Calculo Succión adobe con 5% de emulsión asfáltica.....	132

<b>Tabla 33. Calculo absorción unidades de albañilería de adobe tradicional</b>	133
<b>Tabla 34. Calculo absorción adobe con 1% de emulsión asfáltica</b>	134
<b>Tabla 35. Calculo absorción adobe con 3% de emulsión asfáltica</b>	134
<b>Tabla 36. Calculo absorción adobe con 5% de emulsión asfáltica</b>	135
<b>Tabla 37. Elección de muestras – unidad de albañilería de adobe tradicional</b>	136
<b>Tabla 38. Calculo resistencia a la compresión – unidad de albañilería de adobe tradicional</b>	136
<b>Tabla 39. Elección de muestras – adobe con 1% de emulsión asfáltica</b>	136
<b>Tabla 40. Calculo resistencia a la compresión – adobe con 1% de emulsión asfáltica</b>	137
<b>Tabla 41. Elección de muestras – adobe con 3% de emulsión asfáltica</b>	137
<b>Tabla 42. Calculo resistencia a la compresión – adobe con 3% de emulsión asfáltica</b>	137
<b>Tabla 43. Elección de muestras – adobe con 5% de emulsión asfáltica</b>	138
<b>Tabla 44. Calculo resistencia a la compresión – adobe con 5% de emulsión asfáltica</b>	138
<b>Tabla 45. Clasificación del suelo según tamaño de partículas</b>	139
<b>Tabla 47. Resultado clasificación SUCS</b>	140
<b>Tabla 48. Resultados estadísticos descriptivos ensayo de succión</b>	146
<b>Tabla 49 Prueba Anova Ensayo De Succión</b>	147
<b>Tabla 50. Resultados estadísticos descriptivos ensayo de absorción</b>	148
<b>Tabla 51. Prueba Anova Ensayo De Absorción</b>	149
<b>Tabla 52. Resultados estadísticos descriptivos ensayo de resistencia a la compresión</b>	150
<b>Tabla 53. Prueba Anova Ensayo De Absorción</b>	151



## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Grafico 1. Imagen referencial de la ciudad de Katal Huyuk.....</b>	<b>34</b>
<b>Grafico 2. Alcazaba de la Alhambra de Granda.....</b>	<b>34</b>
<b>Grafico 3. : Kasbah Taourirt en Ouarzazate Marruecos.....</b>	<b>35</b>
<b>Gráfico 4. Sitio arqueológico de Paquime .....</b>	<b>35</b>
<b>Gráfico 5. Complejo de adobe Chan Chan.....</b>	<b>36</b>
<b>Gráfico 6. Selección de tierras para adobes.....</b>	<b>41</b>
<b>Gráfico 7. Prueba granulométrica.....</b>	<b>42</b>
<b>Gráfico 8. Resultado 1 – prueba de plasticidad.....</b>	<b>43</b>
<b>Gráfico 9. Resultado 2 - prueba de plasticidad .....</b>	<b>43</b>
<b>Gráfico 10. Resultado 3 - prueba de plasticidad .....</b>	<b>44</b>
<b>Gráfico 11. Prueba de resistencia.....</b>	<b>44</b>
<b>Grafico 12. Dimensiones del adobe.....</b>	<b>45</b>
<b>Grafico 13. Mezclado de barro .....</b>	<b>46</b>
<b>Grafico 14. Reposo del barro .....</b>	<b>46</b>
<b>Grafico 15. Molde Para Fabricación De Adobe .....</b>	<b>48</b>
<b>Grafico 16. Llenado de la adobera.....</b>	<b>48</b>
<b>Grafico 17. Enrasado del adobe.....</b>	<b>49</b>
<b>Grafico 18. Tendal de adobe para su secado .....</b>	<b>50</b>
<b>Grafico 19. Pruebas de calidad .....</b>	<b>50</b>
<b>Grafico 20. Colocación del adobe.....</b>	<b>58</b>
<b>Grafico 21. Muro construido con tapial.....</b>	<b>59</b>
<b>Gráfico 22. Prueba de campo para determinar humedad del suelo .....</b>	<b>60</b>
<b>Gráfico 23. Tipos de moldes para ejecución de tapial: tapial tradicional (izquierdo) y tapial mecanico .....</b>	<b>60</b>
<b>Gráfico 24. Clasificación de riesgo del RC-70 .....</b>	<b>64</b>
<b>Gráfico 25. Clasificación de riesgo del RC-250 .....</b>	<b>65</b>
<b>Gráfico 26. Clasificación de riesgo del MC-30.....</b>	<b>66</b>
<b>Gráfico 27. Clasificación de riesgo del 40/50 PEN .....</b>	<b>68</b>
<b>Gráfico 28. Clasificación de riesgo del 40/50 PEN .....</b>	<b>68</b>
<b>Gráfico 29. Clasificación de riesgo del 85/100 PEN .....</b>	<b>69</b>
<b>Gráfico 30. Clasificación de riesgo del 120/150 PEN .....</b>	<b>69</b>
<b>Gráfico 31. Componentes en la fabricación de la emulsión asfáltica .....</b>	<b>70</b>
<b>Gráfico 32. Humedad de construcción.....</b>	<b>78</b>
<b>Gráfico 33. Humedad por condensación.....</b>	<b>79</b>
<b>Gráfico 34. Humedad de lluvias .....</b>	<b>80</b>
<b>Gráfico 35 . Relación de variable independiente y dependiente.....</b>	<b>88</b>
<b>Gráfico 36 . Clasificación de grupos de la variable independiente .....</b>	<b>89</b>
<b>Gráfico 37. Diseño con pos prueba y grupo de control.....</b>	<b>90</b>
<b>Gráfico 38. Áreas de terreno con material para la elaboración del adobe .....</b>	<b>94</b>
<b>Gráfico 39. Extracción de material para elaboración de adobes .....</b>	<b>94</b>

<b>Gráfico 40. Proceso de mezcla de tierra con paja.....</b>	<b>95</b>
<b>Gráfico 41. Proceso de pisado de la mezcla.....</b>	<b>96</b>
<b>Gráfico 42. Proceso de colocación de la mezcla en el molde.....</b>	<b>96</b>
<b>Gráfico 43. Elaboración de unidades de adobe tradicional.....</b>	<b>96</b>
<b>Gráfico 44. Emulsión asfáltica de rotura rápida.....</b>	<b>98</b>
<b>Gráfico 45. Pesado de la emulsión asfáltica.....</b>	<b>99</b>
<b>Gráfico 46. Mezcla con 1% de emulsión asfáltica.....</b>	<b>99</b>
<b>Gráfico 47. Mezcla con 3% de emulsión asfáltica.....</b>	<b>99</b>
<b>Gráfico 48. Mezcla con 5% de emulsión asfáltica.....</b>	<b>100</b>
<b>Gráfico 49. Unidades de adobe tradicional y con incorporación de emulsión asfáltica al 1%,3% y 5%.....</b>	<b>100</b>
<b>Gráfico 50. Muestra para el ensayo de granulometría.....</b>	<b>103</b>
<b>Gráfico 51. Proceso de cuarteo para ensayo de granulometría.....</b>	<b>103</b>
<b>Gráfico 52. Proceso de tamizado.....</b>	<b>103</b>
<b>Gráfico 53. Muestra adobe tradicional - Succión.....</b>	<b>108</b>
<b>Gráfico 54. Muestra 1% emulsión asfáltica – Succión.....</b>	<b>108</b>
<b>Gráfico 55. Muestra 3% emulsión asfáltica - Succión.....</b>	<b>109</b>
<b>Gráfico 56. Muestra 5% emulsión asfáltica – succión.....</b>	<b>109</b>
<b>Gráfico 57. Pesado de muestras ensayo succión antes del ensayo.....</b>	<b>109</b>
<b>Gráfico 58. Soportes de acero.....</b>	<b>110</b>
<b>Gráfico 59. Colocado de muestras para ensayo de succión.....</b>	<b>111</b>
<b>Gráfico 60. Prueba de succión (1 min).....</b>	<b>111</b>
<b>Gráfico 61. Secado de la muestra.....</b>	<b>111</b>
<b>Gráfico 62. Peso de la unidad después del ensayo de succión.....</b>	<b>112</b>
<b>Gráfico 63. Muestras preparadas para ensayo de absorción.....</b>	<b>115</b>
<b>Gráfico 64. Peso de las muestras – ensayo de absorción.....</b>	<b>115</b>
<b>Gráfico 65. Ensayo de absorción – unidad de albañilería de adobe tradicional.....</b>	<b>116</b>
<b>Gráfico 66. Ensayo de absorción – unidades de adobe con 1% emulsión asfáltica.....</b>	<b>116</b>
<b>Gráfico 67. Ensayo de absorción – unidades de adobe con 3% emulsión asfáltica.....</b>	<b>116</b>
<b>Gráfico 68. Ensayo de absorción – unidades de adobe con 5% emulsión asfáltica.....</b>	<b>116</b>
<b>Gráfico 69. Peso de las muestras después del ensayo de absorción.....</b>	<b>117</b>
<b>Gráfico 70. Muestras para ensayo resistencia a la compresión.....</b>	<b>120</b>
<b>Gráfico 71. Tamizado de material por la malla N° 100.....</b>	<b>121</b>
<b>Gráfico 72. Refrentado de la superficie de muestra.....</b>	<b>121</b>
<b>Gráfico 73. Refrentado de la superficie de muestra.....</b>	<b>122</b>
<b>Gráfico 74. Colocado de muestra en la maquina.....</b>	<b>122</b>
<b>Gráfico 75. Muestra después de someterse al ensayo.....</b>	<b>123</b>
<b>Gráfico 82. Curva Granulométrica.....</b>	<b>127</b>
<b>Gráfico 76. Curva de fluidez - limite líquido.....</b>	<b>129</b>

<b>Gráfico 77. Resultados ensayo de succión .....</b>	<b>141</b>
<b>Gráfico 78. Resultados ensayo de succión .....</b>	<b>142</b>
<b>Gráfico 79. Resultados ensayo de absorción.....</b>	<b>143</b>
<b>Gráfico 80. Resultados ensayo de absorción.....</b>	<b>143</b>
<b>Gráfico 81. Resultados ensayo de resistencia a la compresión .....</b>	<b>144</b>
<b>Gráfico 82. Resultados ensayo de resistencia a la compresión .....</b>	<b>145</b>
<b>Gráfico 83. Relación entre la resistencia a la compresión promedio vs % porcentaje de emulsión asfáltica.....</b>	<b>145</b>

## RESUMEN

Con la finalidad de encontrar un material que incremente la conservación de las unidades de albañilería de adobe en el distrito de Sapallanga, Anexo de Cocharcas, se plantea una alternativa que es la aplicación de la emulsión asfáltica en las unidades de albañilería.

Para poder concretarse esta investigación se analiza los efectos que pueda generar la aplicación de la emulsión asfáltica de rotura rápida en la succión, absorción y resistencia a la compresión en las unidades de albañilería de adobe.

Para el desarrollo del trabajo de investigación se aplicó el método científico, con un tipo de investigación aplicada, el nivel de investigación utilizado fue el explicativo, donde se respondieron a las causas que pueda generar la aplicación de la emulsión asfáltica para poder mejorar el estado de conservación de las unidades de albañilería de adobe, el diseño de investigación aplicado es el experimental de tipo puro con control.

Se realizaron ensayos de laboratorio donde se dividió los ensayos en dos grupos, uno de ellos llamado grupo experimental que consiste en aplicar la emulsión asfáltica en porcentajes de 1%, 3% y 5% y el otro llamado grupo de control el cual consistió en muestras sin aplicación de la emulsión asfáltica, para ambos grupos se procedió a realizar los mismos ensayos para así poder tomar datos y posteriormente poder compararlos.

De acuerdo a los resultados obtenidos se determinó que para una aplicación del 5% de emulsión asfáltica se obtuvieron valores de 2.01 gr/min/200 cm<sup>2</sup> para el ensayo de succión promedio y 10.66% para el ensayo de absorción promedio, también para una aplicación del 5% de emulsión asfáltica se obtuvo el valor de 27.57 kg/cm<sup>2</sup> para el resultado de resistencia a la compresión promedio.

De acuerdo al procesamiento de los resultados se concluye que los mejores resultados en los valores de succión, absorción y resistencia a la compresión, producto de la aplicación de la emulsión asfáltica fueron para una adición de 5% de este material, logrando reducción de los valores de succión y absorción y un incremento en los valores de resistencia a la compresión.

**Palabras clave:** Emulsión asfáltica, unidad de albañilería de adobe

## ABSTRACT

In order to find a material that increases the conservation of the adobe masonry units in the district of Sapallanga, Annex of Cocharcas, an alternative is proposed that is the application of the asphalt emulsion in the masonry units.

In order to be able to carry out this research, the effects that the application of the asphalt emulsion of rapid rupture in the suction, absorption and compression resistance in the adobe masonry units can be analyzed.

For the development of the research work, the scientific method was applied, with a type of applied research, the level of research used was the explanatory one, where the causes that the application of the asphalt emulsion could generate in order to improve the state of conservation of the adobe masonry units, the applied research design is the pure type experimental with control.

Laboratory tests were carried out where the trials were divided into two groups, one of them called the experimental group that consists of applying the asphalt emulsion in percentages of 1%, 3% and 5% and the other called the control group which consisted of samples without application of the asphalt emulsion, for both groups the same tests were carried out in order to be able to take data and subsequently compare them.

According to the results obtained, it was determined that for an application of 5% asphalt emulsion values of 2.01 gr / min / 200 cm<sup>2</sup> were obtained for the average suction test and 10.66% for the average absorption test, also for an application of the 5% asphalt emulsion was obtained the value of 27.57 kg/cm<sup>2</sup> for the result of average compressive strength.

According to the processing of the results, it is concluded that the best results in the values of suction, absorption and resistance to compression, product of the application of the asphalt emulsion were for an addition of 5% of this material,

achieving reduction of the values of suction and absorption and an increase in the values of resistance to compression.

**Keywords:** Asphalt Emulsion , adobe masonry unit

## INTRODUCCIÓN

Actualmente son muchas los casos en que las viviendas construidas con material de adobe son los más afectados ante el fenómeno de las inundaciones generadas por las precipitaciones pluviales, produciéndose el colapso de estas, causando daños personales y materiales, todo a causa de que se construyen viviendas de manera tradicional dejando de lado implementación de nuevas técnicas constructivas con aplicación de otros materiales que puedan incrementar la conservación de las viviendas.

Es por eso que con el siguiente trabajo de investigación se busca determinar si la aplicación de la emulsión asfáltica mejora la conservación de las unidades de albañilería de adobe, Sapallanga – año 2019.

Se considera como Variable Independiente a la **aplicación de la emulsión asfáltica** que va a considerarse como la causa que va generar efectos en la variable dependiente que es la **conservación de las unidades de albañilería de adobe**. Para poder obtener evidencias de esta relación causal se va a manipular la variable independiente asignando porcentajes de emulsión asfáltica de tal modo hacer variar con distintos valores los valores de succión, absorción y resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de adobe.

Todo el proyecto de investigación está dividido en cinco capítulos:

Capítulo I, se desarrolla el problema de la investigación, se realiza la formulación y sistematización del problema, se dan a conocer la justificación, delimitación y objetivos.

Capítulo II, se desarrolla marco teórico donde se presentan los antecedentes, se desarrolla el marco conceptual, definición de términos, se plantean las hipótesis y se definen las variables.



Capítulo III, se desarrolla la metodología de investigación, el tipo, el nivel y el diseño de investigación usado en el trabajo de investigación, también se definieron la población y muestras empleadas, se determina las técnicas e instrumentos de recolección de datos para que finalmente se proceda al procesamiento de la información.

Capítulo IV, trata sobre los resultados obtenidos

Capítulo V, trata sobre la discusión de los resultados.

Finalmente se presenta la conclusión, recomendaciones, bibliografía utilizada y los anexos respectivos.

## **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El Perú tiene un variado y complejo clima, se encuentra influenciado por: La Cordillera de los Andes, La Corriente Oceánica de Humboldt, El anticiclón del Pacífico Sur, La corriente Del Niño, es por ende que el territorio peruano se ve afectado de manera periódica por las precipitaciones pluviales que van de una menor a mayor intensidad que generan inundaciones en ciertas zonas de nuestro País.

A nivel nacional entre los años 2003-2017 a causa de las inundaciones se registraron un total de 36737 viviendas destruidas y un total de 428085 viviendas afectadas por inundaciones (SINPAD–COEN-INDECI).

En el año 2017 a causa de las inundaciones se reportó 8341 viviendas destruidas y 66068 viviendas afectadas (SINPAD –COEN-INDECI).

(ROMERO BOLIVAR & PEREYRA MARÍN, 2012) , menciona que La Cordillera de los Andes, la corriente oceánica de Humboldt, el anticiclón del Pacífico Sur y la corriente de El Niño son algunos de los principales

fenómenos geológicos y climáticos que afectan el territorio peruano. Dichos eventos generan sistemas de lluvias eventuales que, al presentarse en gran medida, ocasionan las inundaciones pluviales de mayores consecuencias en el país. Dichas inundaciones causan graves estragos en la población.

En la región Junín existen 107473 viviendas construidas con material adobe o tapia constituyendo un 33.16% del total de viviendas, dentro del distrito de Sapallanga de un total de 5504 viviendas, 3321 viviendas son construidos con material de adobe y tapia (INEI, 2017).

En el distrito de Sapallanga en el sector Virgen de Cocharcas en el mes de febrero del año 2013 a consecuencia de las precipitaciones pluviales se activaron riachuelos y quebradas ocasionando inundaciones, quedando 4 viviendas inhabitables, 32 viviendas afectadas (reporte de situación N°169 COEN-INDECI), también en el sector Virgen de Cocharcas en el mes de febrero del año 2015 las intensas precipitaciones pluviales ocasionaron las inundaciones de viviendas quedando 7 viviendas dañadas e inhabitables (reporte de situación N°267 COEN-INDECI).

Con el propósito de mejorar la conservación de las viviendas de adobe se plantea la incorporación de la emulsión asfáltica en la mezcla del adobe, ya que la emulsión asfáltica posee dos propiedades importantes, una de ellas es que es impermeable impidiendo el paso del agua a través de la emulsión, la otra propiedad es que la emulsión asfáltica posee una característica aglutinante ya que es capaz de unir los diferentes compuestos de la mezcla del adobe, para determinar la mejora de la conservación se va investigar la succión, la absorción y la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de adobe.

## 1.2. FORMULACION Y SISTEMATIZACION DEL PROBLEMA

### 1.2.1. Formulación Del Problema General

¿Cuánto mejora la aplicación de la emulsión asfáltica en la conservación de las unidades de albañilería de adobe?

### 1.2.2. Formulación De Problemas Específicos

- ¿Cómo afecta la aplicación de la emulsión asfáltica en la succión de las unidades de albañilería de adobe?
- ¿Cómo afecta la aplicación de la emulsión asfáltica en la absorción de las unidades de albañilería de adobe?
- ¿La aplicación de la emulsión asfáltica es una alternativa para incrementar la resistencia a la compresión en la conservación de las unidades de albañilería de adobe?

## 1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACION

Los daños causados por las precipitaciones pluviales generan inundaciones que afectan el estado de conservación de las unidades de albañilería de adobe, que provocan humedecimiento de las paredes, ocasionando el colapso de estas generando daños personales y materiales.

Con este trabajo de investigación se busca nuevos sistemas mejorados de construcción con adobe para poder mitigar los problemas antes descritos en el anexo de Cocharcas del distrito de Sapallanga, donde las casas de adobe representan un 98.88 %. **(CENSO INEI, 2007).**

En la siguiente investigación se analizara el comportamiento de las unidades de albañilería de adobe estabilizado con emulsión asfáltica y en qué medida aporta a la conservación de estas, sometiéndolas a ensayos de succión , absorción y ensayo de resistencia a la

compresión , ya que en nuestra realidad las construcciones con adobe están dejadas de lado en el ámbito de la investigación solo existen pocos referentes que aporten a un mejor comportamiento del adobe ya sea ante efecto de la humedad, sismo, vientos, etc.

### **1.3.1. Práctica o Social**

La investigación tiene un carácter práctico ya que las personas inmersas ante la situación del problema podrán disponer de una alternativa de solución a través de la aplicación de la emulsión asfáltica en las unidades de albañilería de adobe, de este modo se mejorará la conservación de estas, para eso se tiene previsto analizar el efecto que causara la aplicación de la emulsión asfáltica en la absorción, succión y resistencia a la compresión de la unidades de albañilería de adobe.

### **1.3.2. Científica o teórica**

La investigación realizará una aportación o contribución en la parte teórica y podrá ser de aplicación a otras investigaciones que se quieran realizar, pudiendo implementar otras soluciones ante el problema presentado.

Con los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación se podrá entender el comportamiento de la aplicación de la emulsión asfáltica en la conservación de las unidades de albañilería de adobe.

### **1.3.3. Metodológica**

Se tomarán instrumentos de recogimiento de datos establecidos para las variables identificadas que ayudarán a la realización de investigaciones futuras relacionadas con el tema pudiendo aplicarse a otros temas.

Los datos que se obtendrán para la investigación servirán para poder entender la situación actual del problema, donde estos datos se someterán al análisis por método científico.

## **1.4. DELIMITACIONES**

### **1.4.1. Espacial**

Para poder realizar la presente investigación el lugar está ubicado en:

- **Anexo:** Cocharcas
- **Distrito:** Sapallanga
- **Provincia:** Huancayo
- **Departamento:** Junín

### **1.4.2. Temporal**

La investigación se desarrolló entre los meses de mayo 2019 – agosto 2019.

### **1.4.3. Económica**

Para el desarrollo de la investigación se emplearon recursos económicos tanto para la etapa de preparación de muestras como en la etapa de aplicación de los ensayos.

## **1.5. LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

Para la realización del siguiente no se presentaron limitaciones con el aspecto teórico,

Con respecto al aspecto metodológico se tuvo que adaptar los ensayos de los adobes de acuerdo a los ensayos NTP 399.613, la cual detalla los métodos de muestreo y ensayos en ladrillos de arcilla, porque las normas no establecen ensayos para adobes ante el efecto de la humedad.

Los recursos humanos que se necesitaron actuaron directamente en la realización de la investigación, solamente en la etapa los ensayos se tuvieron que contar con una mano de obra adicional para la elaboración de las muestras para la realización de los ensayos.

## **1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1. Objetivo General**

Determinar si la aplicación de la emulsión asfáltica mejora la conservación de las unidades de albañilería de adobe, Sapallanga - año 2019.

### **1.6.2. Objetivos Específicos**

- Analizar la succión de las unidades de albañilería de adobe con la aplicación de la emulsión asfáltica.
- Analizar la absorción de las unidades de albañilería de adobe con la aplicación de la emulsión asfáltica.
- Calcular la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de adobe con la aplicación de la emulsión asfáltica.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANTECEDENTES**

#### **2.1.1. Antecedentes Nacionales**

- a) (CABRERA ARIAS & HUAYNATE GRANADOS) en su tesis: **MEJORAMIENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE ANTE UNA EXPOSICIÓN PROLONGADA DE AGUA POR EFECTO DE INUNDACIONES** a la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, con el fin de optar el Título de Ingeniero Civil, donde analizan:
- Realizan su investigación con el fin de contribuir al diseño de viviendas hechas con adobe con la capacidad de resistir al impacto erosivo de las inundaciones , donde presentan tres soluciones: primero reemplazan el adobe tradicional por un sobrecimiento de concreto simple , la segunda solución es que mejoran la estructura interna del material con adiciones de cemento , y por ultimo plantean una capa de tarrajeo a base de cemento portland tipo I , se realizan pruebas de laboratorio de succión , absorción y capilaridad , teniendo como conclusión lo siguiente: los ensayos demostraron la alta vulnerabilidad de los adobes convencionales ante la acción erosiva del agua. El



método con mejores resultados contra el colapso por inundación fue la utilización de un sobrecimiento de concreto simple observándose un ascenso por capilaridad de 5cm el cual no llego a afectar ningún adobe.

b) (ROMERO BOLIVAR & PEREYRA MARÍN, 2012) en su tesis: **MEJORAMIENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE ANTE UNA EXPOSICIÓN PROLONGADA DE AGUA POR EFECTO DE INUNDACIONES – PARTE 2**, a la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, con el fin de optar el Título de Ingeniero Civil, donde analizan:

Realizan su investigación consignándose la idea de evaluar experimentalmente mediante ensayos de inundación simulada a tres propuestas que brinden resultados positivos para la resistencia del adobe ante el efecto erosivo del agua, de modo que sean económicas y sencillas de aplicar.

La primera propuesta se basa en la construcción de un sobrecimiento hecha con ladrillos de arcilla industrial. La segunda propuesta es realizar un tarrajeo con mortero de cemento con un acabado pulido liso para evitar la filtración de agua. La tercera propuesta se basa en el empleo de un sobrecimiento construido con concreto ciclópeo de baja calidad, realizando ensayos de succión, absorción y capilaridad donde los resultados de esta investigación fueron:

El sobrecimiento hecho con unidades de ladrillo demostró una mayor capacidad de resistencia ante una inundación prolongada donde su capilaridad fue de 5 cm. La construcción de un muro hecho con sobrecimiento de concreto ciclópeo resulto ser más económico que el de concreto simple. Se determinó también que el sobrecimiento con tarrajeo pulido presento un ascenso capilar de 9.6 cm.

c) (LOPEZ GALVEZ & BERNILLA CARLOS, 2012) en su tesis: **EVALUACIÓN FUNCIONAL Y CONSTRUCTIVA DE VIVIENDAS CON ADOBE ESTABILIZADO EN CAYALTI. PROGRAMA COBE -1976**, a la Sección de Post Grado de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, para optar el grado de maestro en: Tecnología De La Construcción , donde realizan la siguiente investigación: realizan una evaluación a un conjunto de 100 viviendas construidas en el año 1976 con adobe estabilizado con asfalto denominado Programa COBE (Construcción con Bloques Estabilizados) en la Ex-cooperativa Cayalti, provincia de Chiclayo , Región Lambayeque , realizando un diagnóstico para determinar el buen estado de conservación de las viviendas construidas , como objetivos de estudio realizan ensayos de laboratorio a los adobes estabilizados , también realizan ensayos para determinar el esfuerzo de compresión axial del adobe estabilizado y adobe común y comparar con la norma E-080 de adobe del proyecto de investigación se detallan las siguientes conclusiones:

Las construcciones no sufrieron daño alguno ante acciones sísmicas ya que no se presentaron fenómenos sísmicos durante su vida útil, pero sin embargo durante los fenómenos de “El Niño” EN LOS AÑOS 1983 Y 1998 se registraron lluvias intensas que produjeron inundaciones a las que las viviendas tuvieron un buen desempeño.

Los bloques estabilizados elaborados fueron sometidos a ensayos de absorción donde se tuvieron resultados que en 48 horas se absorbió un 2%, lo que ratifica el buen desempeño ante la humedad.

d) (ROMERO CUENTAS & CALLASI VENERO, 2017) , en su tesis: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ADOBE TRADICIONAL FRENTE A LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO CON ASFALTO**, a la facultad de Ingeniería y Arquitectura de la

Universidad Andina del Cusco, con el fin de optar el título profesional de ingeniero civil analizan:

Proponen implementar nuevas propuestas con el fin de mejorar la calidad de las unidades de albañilería de adobe, por lo cual realizan un análisis de las propiedades físicas y químicas de los adobes elaborados de forma tradicional y adobes estabilizados con asfalto con porcentaje de 5% y 10%, realizando posteriormente una comparación entre ambas.

Como resultado de la investigación realizada se pudo observar que fueron favorables, donde en los ensayos de succión se pudo concluir que las unidades de adobe tradicional succionan una mayor cantidad de agua obteniéndose un promedio de 18.28 gr/min/200cm<sup>2</sup> frente a las unidades de adobe incorporados con asfalto en 5% y 10% con valores de succión de 8.75 gr/min/200cm<sup>2</sup> y 6.55 gr/min/200cm<sup>2</sup> respectivamente.

Además, se realizó ensayos de absorción en lo cual las unidades de adobe tradicional no resistieron a las pruebas de absorción en un periodo de 24 horas sumergidos, en cambio las unidades estabilizadas con asfalto tuvieron un menor porcentaje de absorción promedio en comparación a las de adobe tradicional, obteniéndose un valor promedio de 6.66% de absorción para adobe estabilizado al 5% y un valor de 2.618% de absorción para adobe estabilizado al 10%.

También se realizaron ensayos de resistencia a la compresión en lo cual las unidades de adobe tradicional no poseen la resistencia mínima exigido por la norma, en un valor promedio de 9.76 kg/cm<sup>2</sup>, por otra parte las unidades estabilizadas con asfalto al 5% y 10% tuvieron valores de 14.87 kg/cm<sup>2</sup> y 17.68 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, superando la resistencia mínima exigida por la norma.

## 2.1.2. Antecedentes Internacionales

- a) (CID FALCETO, 2012) en su tesis doctoral : **DURABILIDAD DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA , EVALUACION Y RECOMENDACIONES PARA LA NORMALIZACION DE LOS ENSAYOS DE EROSION Y ABSORCION** donde realiza un estudio de nuevas soluciones constructivas que toman a la tierra como base ,se pretende realizar la difusión de los resultados con el fin de fomentar técnicas constructivas considerando que el empleo de la tierra como sistema constructivo posee varias ventajas como : bajo impacto medioambiental , integración al paisaje y menor consumo energético.

También realiza un análisis de las normas internacionales de los ensayos de los diferentes organismos internacionales de normalización para caracterizar la durabilidad de los materiales de tierra. Ante la gran diversidad y heterogeneidad de las diferentes normas elabora un conjunto de ensayos aplicados a materiales con tierra cruda, de todos estos estudios realizados se tiene como conclusión lo siguiente:

-El ensayo de absorción de agua por capilaridad únicamente es válido para su aplicación en bloque de tierra estabilizada, el cual este ensayo no es favorable para ensayos en los bloques de tierra comprimido sin estabilizar, al descomponerse cuando son sumergidos 5 mm.

- De todos los ensayos facilita a los profesionales especialistas en edificación con tierra unas recomendaciones prácticas para la adecuación de los procedimientos de ensayos de erosión y absorción de agua aplicados a elementos de tierra.

- b) (SIMBA CUMBAJÍN, 2007) , en su tesis **LA IMPERMEABILIZACION EN CONSTRUCCIONES NUEVAS Y EXISTENTES**, donde refiere que la eliminación de la humedad constituye uno de los principales problemas en el campo de la

restauración y modernización de las viviendas, donde la presencia de humedad genera aparición del salitre, hongos, fisuras atacando a la estructura.

Entonces ante la problemática propuesta aplica una alternativa para prevenir y solucionar los problemas de humedad en construcciones nuevas y existentes mediante la impermeabilización, realizando un estudio para una correcta dosificación del impermeabilizante de buena calidad y costo adecuado.

Del estudio realizado tiene como conclusiones lo siguiente:

-mediante el uso de la impermeabilización se tiene como resultado que presenta varias ventajas reduciendo presencia de hongos, humedad y filtraciones.

-una correcta impermeabilización tiene como efecto una durabilidad, confiabilidad y no necesita de ningún mantenimiento.

- c) (ARIAS, ALDERETE, & MELLACE, S.F.) , pertenecientes al Centro Regional De Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda , publican un artículo científico con el título : **CONTROL DE LA ABSORCIÓN DE AGUA EN BLOQUES COMPRIMIDOS DE SUELO-CEMENTO** donde analizan la absorción del agua en función del tiempo en probetas prismáticas de suelo-cemento comprimido de 5x5x14 cm elaborados con dos tipos de tierra y la adición de material hidrófugo ya sea incorporado en la masa o aplicado como revestimiento , las tierras seleccionadas se mezclaron con cemento en proporciones 1:10:1(cemento –tierra-agua) moldeando 8 probetas comprimidas mediante una prensa manual , las probetas fueron colocados en un recipiente sumergiéndoles completamente en agua potable , donde se registraron la absorción producida en las probetas luego se dejaron al aire libre para medir la velocidad de evaporación del agua absorbida , teniendo como conclusión lo siguiente:

La absorción de agua en probetas de tierra – cemento comprimido sin recubrimiento alcanzo valores entre 10 y 14% del peso original.

Se comprueba que del 80 al 90% del total del agua se absorbe durante los primeros 15 minutos

El uso de recubrimiento en las probetas reduce considerablemente la cantidad de agua absorbida alcanzando valores del 6 al 7% a los 7 días lo que significa una disminución del 40% respecto de aquellas probetas sin tratamiento.

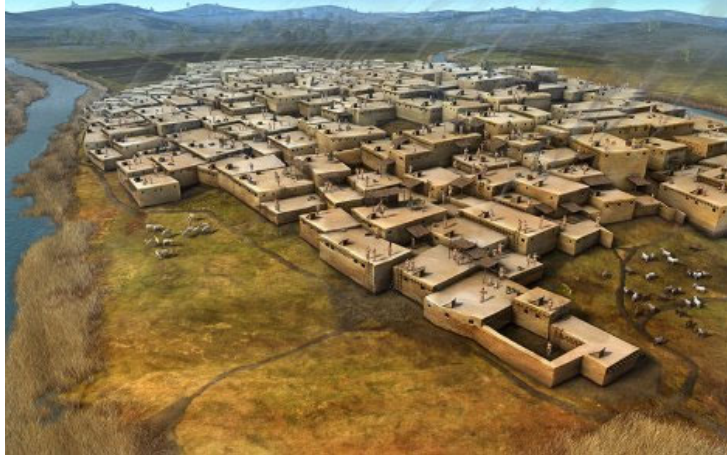
## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. Construcciones Con Tierra**

La tierra es uno de los materiales de construcción más utilizados, es así que culturas antiguas usaron la tierra tanto en la construcción de viviendas como en fortalezas, palacios y obras religiosas.

Existieron ciudades de la época del neolítico de oriente medio que ya utilizaban la tierra como material de construcción, entre ellas tenemos a la ciudad de Katal Huyuk ubicado en Turquía (entre 6700 y 5700 AEC), sus muros circundaban 13 hectáreas, la característica de este lugar era el apiñamiento de las casas, esta ciudad fue netamente construida con tierra, usando el yeso para el enlucido interior.

**Grafico 1. Imagen referencial de la ciudad de Katal Huyuk.**



**Fuente:** (reydekish.com, 2015)

También las construcciones con tierra se utilizaron en las ciudades de oriente medio, donde surgieron las primeras civilizaciones con escrituras conocidas, donde ciudades como Ur , Uruk , Kish , Lagash , asentadas a la orilla de ríos donde abundaban las arcillas y arena , utilizaron la tierra como material de construcción. Destacan los zigurats que fueron templos, el cual el núcleo fue construido con unidades de adobe secados al sol, revestidos por una gruesa capa de ladrillo.

En España se utilizó la tierra como elemento constructivo, en especial se utilizó el tapial en edificios importantes como en la Alhambra de Granada (S. IX), donde además se utilizó la cal como aglomerante, se construyeron torres, edificios y murallas.

**Grafico 2. Alcazaba de la Alhambra de Granda**



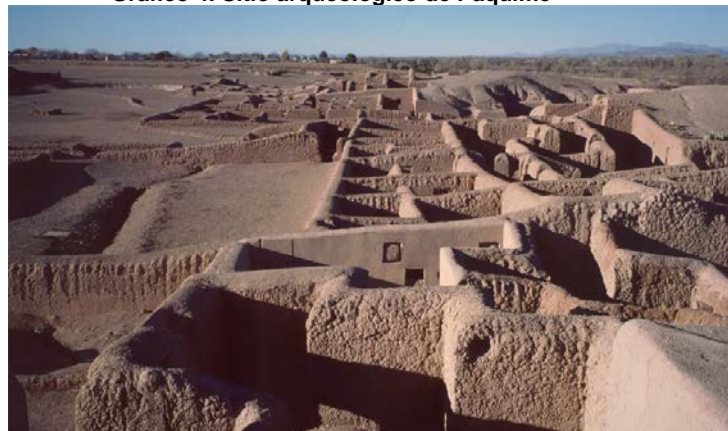
En el continente africano también destaca importantes construcciones, tal es el caso de las **Kashbah**, que fueron ciudades fortalezas que se construyeron con adobe y tapial, que fueron construidos en Marruecos, construidos con unidades de albañilería de adobe a partir de la arcilla, estiércol y paja.

**Gráfico 3. : Kasbah Taourirt en Ouarzazate Marruecos**



En Norteamérica con la llegada de los españoles se trajo la costumbre de construir con adobe, pero esta técnica ya había sido empleada por los nativos americanos, mucho más antes de la llegada de los europeos, donde destacan los yacimientos de arqueológicos de Paquime en Chihuahua-México, que mediante moldes de madera construyeron las paredes de sus casas con tierra, hacia los años (1200 D.C.).

**Gráfico 4. Sitio arqueológico de Paquime**





En América del Sur también existieron construcciones con tierra como elemento constructivo uno de los ejemplos más resaltantes es la ciudadela de Chan Chan ubicado en el valle de Moche, que ocupa alrededor de 24 km<sup>2</sup>, se construyó entre los años (850- 1470 D.C)

Para construir esta ciudad se utilizaron materiales propios de la región. Las ciudadelas fueron construidas usando muros de adobe sobre cimientos de piedra unidos con barro, más anchos en la base y angostos en la cima. Para construir pisos, rellenos de paredes, rampas y plataformas, se emplearon adobes rotos, junto con tierra, piedras y otros desechos. La madera se usó para hacer postes, columnas y dinteles. (Tavera Vega, S.F)

**Gráfico 5. Complejo de adobe Chan Chan**



**Fuente:** (ARKIPLUS.COM, 2014)

En la actualidad el uso de la tierra es muy difundida y usada en casi toda América. La expansión mundial del uso de tierra cruda en la construcción, aparte de las áreas geográficas mencionadas anteriormente, abarca también otras zonas como Asia, Australia, Sudáfrica o Groenlandia.

En la lengua castellana, adobe se usa para diferenciar al ladrillo crudo del cocido, y el empleo de esta palabra está documentado ya en escritos de principios del siglo XII. (AMORÓS GARCIA, 2011)

La tierra es uno de los materiales de construcción más utilizados por el hombre a lo largo de la historia debido a su disponibilidad , sobre todo en lugares donde escasea la piedra , la utilización de la tierra permite usar varias técnicas diferentes(adobe, ladrillo , tapial ,etc.) que todas estas vienen determinadas por cuestiones de orden cultural , climático o material . Se trata de un material abundante y fácil de trabajar cuya producción significa un mínimo costo.

La construcción con tierra cruda es aquella que utiliza como materia prima la propia tierra sin haber sido sometida a ningún tratamiento térmico o proceso de cocción. Casi desde el inicio de las civilizaciones el hombre ha utilizado la tierra cruda como material de construcción; material tan conocido y validado por la historia como también casi olvidado por el progreso del último siglo (BESTRATEN, E. HORMIAS, & A. ALTEMIR, 2011).

Es indispensable tomarle el debido interés a las construcciones con tierra, ya que empieza a tomarse como una solución a los problemas medioambientales, económicos y sociales del mundo, tenemos algunas ventajas como material de construcción:

- Bajo impacto visual , fácil integración de las construcciones en el paisaje
- Material local , evitando costes de transporte
- Proceso de producción limpio y requiere bajos consumos de energía.
- Material presenta buenas características como aislante térmico.

### **2.2.2. Tipos De Construcción Con Tierra**

Básicamente en nuestro país contamos con dos tipos de construcción más desarrolladas que son: adobe y el tapial

### 2.2.2.1. Adobe

Es una masa de barro con un contenido de agua elevado, frecuentemente mezclada con fibras vegetales, conformada en moldes de forma prismática, de tamaño variable y secado al sol para formar muros de fábrica”. (CID FALCETO, 2012).

Según (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO, 2017) , define al adobe como:

Unidad de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja o arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad, junto a esta definición, la norma presenta los requisitos generales para el tipo de tierra a usarse en la fabricación de adobes considerando que la gradación del suelo debe acercarse a los siguientes porcentajes:

- arcilla 10-20%
- limo 15-25%
- arena 55-70%,

Para la elaboración del adobe no se debe utilizar suelos orgánicos, seguir este lineamiento de gradación es importante, puesto que de incrementar el porcentaje de arcillas se generarían grietas internas por contracción de secado, de incrementar el porcentaje de arena se perdería cohesión y de utilizar suelos orgánicos se perdería resistencia a la compresión y a la humedad.

El Adobe Estabilizado es definido como aquel 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.

## **A. Características Del Adobe Común**

Según la (**MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO, 2017**), afirma que las construcciones con tierra reforzada deberán de cumplir los siguientes requisitos:

**A.1 Tierra:** deberá de verificarse que la tierra presente adecuada cantidad de arcilla, y se comprueba mediante las pruebas indicadas en el anexo 1 y 2

**Anexo 1** (prueba “cinta de barro”)

**Anexo 2** (prueba “presencia de arcilla” o “resistencia seca”).

Además se deberá verificarse la resistencia de acuerdo con lo siguiente:

- Se realiza un ensayo de compresión para medir la resistencia del material (ensayo de compresión en cubos)
- Las medidas del cubo será de 0.1 m de arista
- La resistencia ultima se calcula con la siguiente formula  $f_0=10.2 \text{ kf/cm}^2$
- Los cubos de las muestras de adobe o tapial deben cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras sea igual o mayor a la resistencia ultima indicada.

También se deberá calcular la resistencia a la tracción mediante el ensayo brasileño de tracción en cilindros de 6"x12"x 30.48 cm de largo

- La resistencia ultima será de  $0.81 \text{ kf/cm}^2$
- Las muestras de adobe o tapial deben cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras sea igual o mayor a la resistencia ultima indicada.

**A.2 Agua:** debe cumplir las siguientes características:

- Agua potable o agua libre de materia orgánica , sales , sólidos en suspensión

- Estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y otras sustancias dañinas.
- El agua de mar solo se empleara con autorización del supervisor e ingeniero proyectista.

Tanto la tierra como el agua se mezclan y se introduce a una gavera o molde por lo cual luego de desmoldar se deja secar al sol por unos 20 días. Para evitar las grietas se añade a la mezcla paja, crin de caballo, heno seco, viruta que sirven como una armadura y se cuida que tengan un secado lento y controlado.

Las dimensiones más adecuadas en la región del centro del Perú son de 40 cm x 40 cm pero puede haber variaciones dependiendo de la zona.

La norma **(MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO, 2017)** indica que los muros de adobe para su mayor resistencia y estabilidad frente al volteo, deberán tener un espesor mínimo de 40 cm, además deberán tener arriostres horizontales y verticales.

Generalmente las paredes con adobe se deshacen ante la lluvia por lo que se requiere de un mantenimiento permanente , se protege con un enlucido con cal apagada en pasta , arcilla y arena para una primera capa , en la segunda capa se usa cal y arena, para paredes internas se puede hacer una mezcla de arcilla , arena y agua. **(LOPEZ GALVEZ & BERNILLA CARLOS, 2012).**

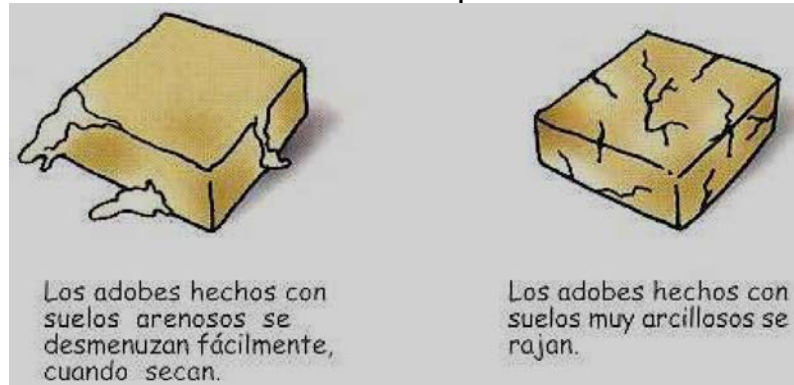
Asimismo el empleo del adobe en la construcción de viviendas produce determinadas características en la construcción como tener una gran inercia térmica, por lo que sirve de regulador de temperatura; en verano conserva el frescor y durante el invierno el calor interno. **(SENCICO, 1993)**

## **B. Proceso de fabricación del adobe**

## B.1 Búsqueda De La Tierra Adecuada

No todos los suelos sirven para hacer adobes o para fines constructivos, ya que existen suelos muy arenosos y otros muy arcillosos

Gráfico 6. Selección de tierras para adobes.



FUENTE: (CHUQUIMIA, 2005)

Hay gran diversidad de opiniones en cuanto a los porcentajes adecuados de cada componente (arcilla-limo-arena) y algunos autores establecen valores solo para cantidad de arcilla. En general los datos se basan en estudios de caso en distintos países y con distintas tierras, como las recomendaciones presentadas en el cuadro N°1.

Tabla 1. Composición granulométrica de la tierra adecuada para la fabricación de adobes, según varios autores

Autores	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)
Barrios et al (1987)		35-45	55-65
Houben y Guillaud (1994)	5-29	-	-
Graham Mc Henry (1996)	15-25	-	-
Carazas Aedo (2002)	1 volumen de tierra arcillosa: 2 volúmenes de tierra arenosa		
HB 195 (2002)	10-40	10-30	30-75 (arena y grava)
Proyecto Hornero (2007)	50% de tierra arcillosa: 50 % de tierra arenosa		

FUENTE: (NEVES & BOGES FARIA, 2011)

Existen varios métodos para poder seleccionar el tipo de suelo adecuado para la fabricación de los adobes por lo cual tenemos:

- Prueba Granulométrica

Sirve para determinar la proporción de los componentes principales (arena, limos y arcilla) de la tierra.

Se tendrá que escoger la tierra que pase por el tamiz N° 4 en una botella ancha de un litro, se llenara hasta la mitad de su capacidad y el resto de la mitad se agregara agua limpia

Se agitara la botella hasta que todas las partículas estén en suspensión, poner la botella en una superficie horizontal y esperar a que todas las partículas reposen. Las partículas de arena reposaran inmediatamente, para las partículas de limos y arcilla se tendrá que esperar unas dos o tres horas.

Finalmente realizamos la medición de las capas y determinamos la proporción de arena, limos y arcilla.

**Gráfico 7. Prueba granulométrica**



**FUENTE: (MORALES MORALES, TORRES CABREJOS, RENGIFO, & IRALA CANDIOTTO, S.F.)**

### - Prueba De La Plasticidad

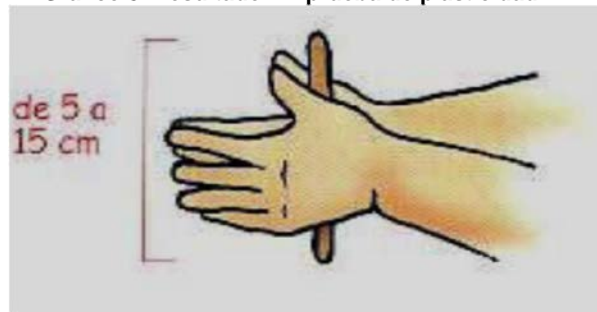
Sirve para determinar la calidad de la tierra y nos permite saber si esta es arcillosa, arenosa o arcillo-arenosa

La prueba consiste en tomar con tierra humedecida un rollo de 1.5 cm de diámetro, luego con la palma de las manos se hacen un rollito esta prueba puede tener 3 resultados:

#### Resultado 1

Si el rollo mide entre 5 y 15 cm la tierra es buena para hacer adobes.

Gráfico 8. Resultado 1 – prueba de plasticidad



FUENTE: (CHUQUIMIA, 2005)

#### Resultado 2

Si se rompe antes de los 5 cm, el material tiene arena en exceso y se estabilizara agregando arcilla

Gráfico 9. Resultado 2 - prueba de plasticidad



FUENTE: (CHUQUIMIA, 2005)



### Resultado 3

Si el rollo supera los 15 cm , la tierra tiene arcilla en exceso, para estabilizarlo agregaremos arena.

Gráfico 10. Resultado 3 - prueba de plasticidad



FUENTE: (CHUQUIMIA, 2005)

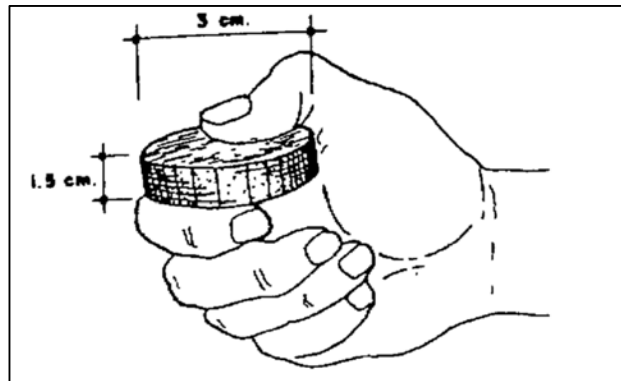
#### - Prueba De La Resistencia

Consiste en amasar tierra húmeda y elaborar 5 discos de 3 cm de diámetro por 1.5 de espesor. Dejarlos secar 48 horas y luego tratar de romperlos aplastándolos usando los dedos

Pueden presentarse dos casos:

- i. Baja resistencia (inadecuada) , cuando el disco se aplasta fácilmente
- ii. Media o alta resistencia (adecuada), cuando el disco se aplasta con dificultad o se rompe con un sonido seco.

Gráfico 11. Prueba de resistencia



FUENTE: (MORALES MORALES, TORRES CABREJOS, RENGIFO, & IRALA CANDIOTTO, S.F.)

**NOTA:** Este mismo procedimiento se puede realizar haciendo unas bolitas de unos 2 cm de diámetro.

## B.2 DIMENSIONES DE ADOBE

Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales.

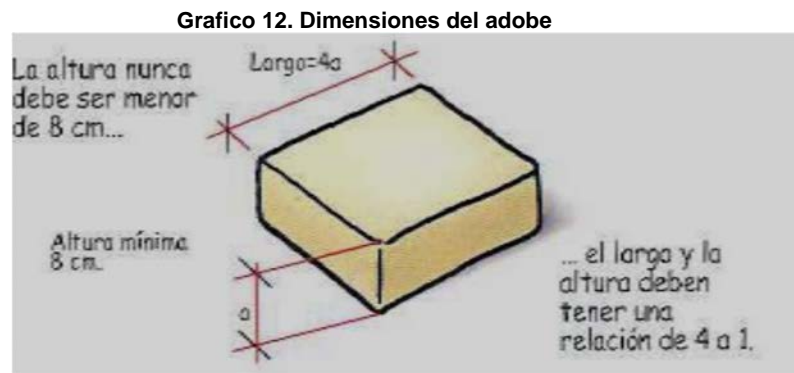
Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones.

Para adobes rectangulares el largo será como mínimo 40 cm de largo y ancho.

La relación del largo y altura debe ser del orden de 4 a 1

La altura del adobe deberá ser aproximadamente 10 cm.

**(MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO, 2017)**



FUENTE: (CHUQUIMIA, 2005)

## B.3 Mezclado Del Adobe

Se remoja el suelo seleccionado, retirándose las piedras y otros elementos extraños.

Se agrega agua poco a poco, realizándose el mezclado con lampas y amansando con fuerza el barro con los pies. Se va agregando paja a la mezcla de barro en una proporción de 20 % en volumen para controlar las rajaduras de los adobes.

Es muy importante mantener el barro ya mezclado en reposo húmedo, durante un día o dos, antes de proceder al moldeo de los adobes. **(LOPEZ GALVEZ & BERNILLA CARLOS, 2012)**

Antes de realizar el moldeo, se recomienda verificar la humedad correcta de la mezcla mediante la siguiente prueba:

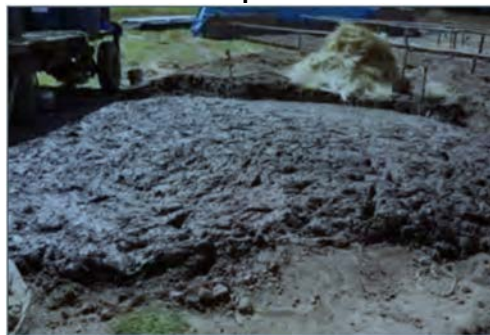
- Tomar un puñado de mezcla y formar una bola.
- Dejarla caer al suelo desde una altura 1 metro
- Si se rompe en pocos pedazos grandes, hay suficiente agua. si se aplasta sin romperse, hay demasiada agua y se pulveriza en muchos pedazos pequeños le falta agua **(MORALES MORALES, TORRES CABREJOS, RENGIFO, & IRALA CANDIOTTO, S.F.)**

**Grafico 13. Mezclado de barro**



**FUENTE: (LOPEZ GALVEZ & BERNILLA CARLOS, 2012)**

**Grafico 14. Reposo del barro**



**FUENTE: (LOPEZ GALVEZ & BERNILLA CARLOS, 2012)**

#### **B.4 Moldeado Del Adobe**

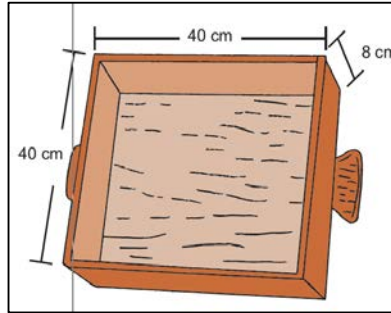
En ocasiones el moldeado se realizaba de manera inmediata, pero en otras se realiza durante un promedio de 2 días por lo que es imprescindible añadir agua a la mezcla convenientemente de forma que se garantice su correcta plasticidad. El molde utilizado recibe el nombre de gradilla o adobera y puede ser simple o múltiple.

**(MORALES MORALES, TORRES CABREJOS, RENGIFO, & IRALA CANDIOTTO, S.F.)** Afirma que la fabricación de los moldes será de madera cepillada de buena calidad; puede prolongarse su vida útil protegiendo los bordes con zuncho metálico

Para la fabricación de los moldes debe considerarse el encogimiento del adobe durante el secado, el cual puede determinarse con adobes de prueba, de tal manera que el adobe seco corresponda a las dimensiones previstas en el diseño. **(pág. 46)**

La mezcla se vierte en el molde y enrasa con una tablilla o paleta; el molde se retira inmediatamente. Dependiendo de si el molde es de madera o acero, puede mejorarse el proceso de desmoldar los adobes aplicando previamente agua o arena en los moldes de madera o aceite en los de acero.

**Grafico 15. Molde Para Fabricación De Adobe**



**FUENTE: (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, 2010)**

**(LOPEZ GALVEZ & BERNILLA CARLOS, 2012)** Afirma que cuando se usan gavera sin fondo, la producción es mayor, pero obtendrán una menor compactación, como el moldeo se realiza en el suelo, habrá mayor despliegue de energía por parte de los trabajadores.

Cuando se usa gavera con fondo, la producción es menor y habrá mayos compactación

La gavera, llenado de barro se nivela con una regla, eliminando el exceso del mismo.

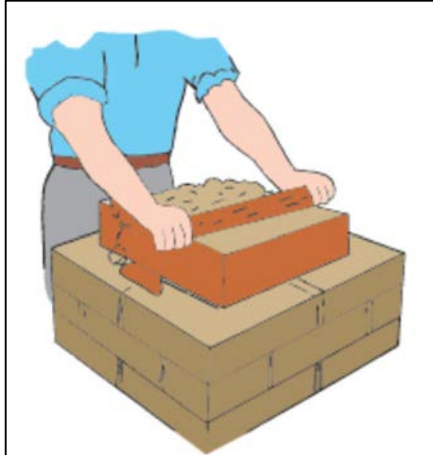
La gavera después de cada uso, se debe limpiar y rociar con arena para evitar que el barro se pegue y se deforme. **(pág. 124).**

**Grafico 16. Llenado de la adobera**



**FUENTE: (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, 2010)**

**Grafico 17. Enrasado del adobe**



FUENTE: (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, 2010)

### **B.5 Secado Del Adobe**

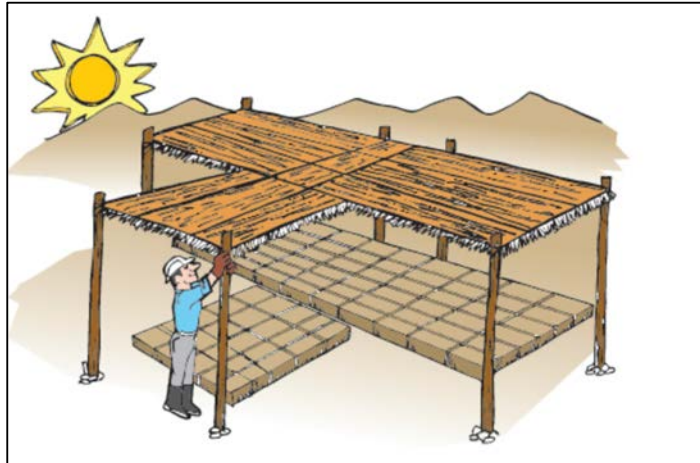
Los adobes se rajan por el sol por eso se debe de hacer un tendal de esteras o ramas por lo menos durante los dos primeros días

**(CID FALCETO, 2012)** nos menciona que el adobe se debe dejar en la posición en que se han desmoldado. Pasados 2 o 3 días son volteados sobre el canto lateral para permitir el secado uniforme de la pieza durante aproximadamente entre 7 y 15 días dependiendo de la estación del año y las condiciones climáticas del momento. En función del grado de humedad ambiental variará el tiempo de secado.

En el secado, los adobes deben protegerse de la incidencia directa del viento y el agua. Una vez secados, los adobes pueden ser almacenados en pilas de hasta 1,5 metros de altura y deben permanecer bajo cubierto. **(pág. 51)**

Finalmente son almacenados para luego iniciar el proceso de la construcción.

**Grafico 18. Tendal de adobe para su secado**



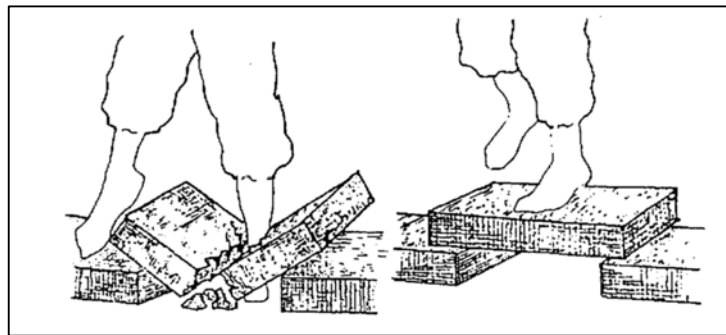
FUENTE: (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, 2010)

## **B.6 Control De Calidad**

Si a las 4 semanas el adobe de prueba presenta grietas o deformaciones, se debe agregar paja al barro.

Si a las 4 semanas el adobe de prueba no resiste el peso de un hombre se debe agregar arcilla al barro

**Grafico 19. Pruebas de calidad**



FUENTE: (MORALES MORALES, TORRES CABREJOS, RENGIFO, & IRALA CANDIOTTO, S.F.)

## **C. Ventajas Y Desventajas De Las Construcciones Con Adobe**

### **C.1 Ventajas De Las Construcciones Con Adobe**

- El material para la fabricación del adobe, es de fácil acceso para el usuario, se encuentra en la zona de construcción de la vivienda.

- La construcción de vivienda con adobes, resulta ser simple y de bajo costo, por emplear la autoconstrucción.
- Capacidad aislante.
- Permite diversidad de formas y tamaños.
- Requiere mano de obra común y el equipamiento artesanal es muy económico
- Se puede usar para construir muros, arcos, bóvedas y cúpulas.
- Abundancia de la materia prima.
- Tiene resistencias a compresión, flexión y tracción bajas

### **C.2 Desventajas De Las Construcciones Con Adobe**

- Las construcciones de adobe son vulnerables a los efectos de fenómenos naturales tales como terremotos, lluvias e inundaciones
- Las construcciones actuales de adobes son vulnerables ante los movimientos telúricos, pudiendo causar daño estructural severo, hasta el colapso.
- Por su volumen las paredes ocupan demasiado espacio.
- El ancho de los vanos, no deben ser mayores del 30% de la longitud del muro.
- Las construcciones de adobes, están limitados en la altura por lo general solo alcanzan dos pisos y en algunos casos un tercero pero con material liviano, como la quincha.

### **D. Adobes Estabilizados**

Es el adobe que tiene cualidades o características diferentes a los adobes comunes y corrientes, donde son utilizados en



viviendas; siendo estos últimos muy vulnerables a la humedad y a la acción sísmica.

En zonas lluvias los adobes comunes absorben mucha agua y pueden llegar a colapsar.

Existen diferentes formas y métodos para realizar la estabilización, pudiéndose agrupar en dos grandes ramas:

### **D.1 Estabilización Física**

Modifica las propiedades de la tierra y se logra mediante la incidencia en su textura, que consiste generalmente en mezclar dos o más suelos naturales para obtener un material compuesto que sea superior a cualquiera de sus componentes; pero también incluye la adición de rocas trituradas o escoria, o el tamizado para eliminar partículas de ciertos tamaños. **(VILELA MORA, 2010)**

### **D.2 Estabilización Química**

Consiste en cambiar las propiedades de los granos de suelo, principalmente de los minerales arcillosos y de su agua absorbida. El cambio de iones o de base, es el cambio de los cationes en la película de agua absorbida. **(VILELA MORA, 2010)**

### **ADITIVOS MÁS FRECUENTES UTILIZADOS COMO AGENTES ESTABILIZADORES**

Existen muchos aditivos en nuestro medio a continuación se indica los más utilizados:

#### **a. Cemento Portland**

Es el más efectivo y universal de todos, pues aumenta la cohesión de las partículas del suelo y su capacidad de

carga; disminuye el grado de absorción de agua y aumenta las resistencias mecánicas y frente a la acción de las lluvias disminuye la retracción y aumenta la resistencia al desgaste.

Su efectividad es mayor en suelos arenosos que en suelos arcillosos. Se emplea en proporciones del 4 al 12 %. Su principal desventaja consiste en que es el aditivo más caro y el que consume mayores recursos energéticos en su proceso de producción.

El mecanismo de estabilización con cemento Portland se puede resumir de la siguiente manera: la hidratación provoca la formación de un gel de cemento en la superficie del aglomerante arcilloso. La cal liberada durante la hidratación del cemento reacciona con la arcilla. La cal es rápidamente consumida y la arcilla comienza a degradarse; mientras progresa la hidratación y se activa la degradación del aglomerante arcilloso, este es penetrado en profundidad por el gel del cemento y la hidratación continúa, pero más lentamente. En cuanto al comportamiento mecánico del suelo estabilizado se le da a la absorción.

El mayor peso en la influencia de la durabilidad, incluso por encima de las resistencias mecánicas, sobre las que esta influye. La absorción puede ser muy alta, llegando a alcanzar hasta 30 y 40 %; lo que proporcionaría un alto grado de permeabilidad y capilaridad, a la vez que hace que la resistencia varíe con el por ciento de humedad.

**(VILELA MORA, 2010)**

#### **b. Hidrato De Cal**

Le sigue el cemento en efectividad, con similares propiedades de mejoramiento, exceptuando lo referente a la resistencia a la humedad y al desgaste, parámetros en los que su actividad es menos efectiva. Su empleo da mejores resultados en suelos arcillosos. Se utiliza en proporciones del 2 al 10 %.

#### **c. Yeso**

Aumenta significativamente la cohesión entre las partículas del suelo, disminuyendo paralelamente la retracción; además puede duplicar las resistencias mecánicas del suelo.

Respecto a las restantes propiedades, actúa sobre ellas pero con una efectividad mucho menor que el cemento. Resulta más conveniente emplearlo en los suelos arenosos que en los arcillosos. Se utiliza en proporciones del 10 al 20 %.

#### **d. Arena**

Disminuye la retracción y mejora en cierta medida la resistencia al desgaste y a la rotura. No actúa sobre el resto de las propiedades. No es efectiva en suelos arenosos. En suelos arcillosos, en dependencia de su contenido de arena, podrá emplearse en proporciones hasta de 25 %.

#### **e. Fibras Vegetales**

Disminuyen considerablemente la retracción y mejoran en menor grado la capacidad de carga, la cohesión entre las

partículas del suelo y la resistencia al desgaste y a la rotura.

No actúan sobre el grado de absorción de la humedad, ni sobre la resistencia a la acción de la lluvia. No resultan efectivas en suelos arenosos. Se recomienda emplearlas en longitudes entre 5 y 15 cm, prefiriéndose las más cortas, que afectan en menor medida la laboralidad.

Se emplean en proporciones del 10 al 20 % en volumen suelto, respecto al volumen suelto del suelo seco; o en cantidad de 15 Kg de fibra vegetal por cada metro cúbico de suelo seco.

#### **f. Goma De Tuna**

Se emplea específicamente para aumentar la impermeabilidad de los morteros elaborados con mezclas de suelo y fibras vegetales, que se utilizan como repellos para proteger los muros y cubiertas de suelo contra la acción de la humedad y de la lluvia.

#### **g. Adobe Estabilizado Con Asfalto**

Es un adobe mejorado con la adición de asfalto, en porcentaje en peso del adobe para darle una mayor consistencia. Fundamentalmente adquiere la propiedad de ser impermeable, es decir, que no absorbe humedad ante la presencia del agua de lluvia o de inundaciones.

De acuerdo a las normas, los muros de adobe se aíslan de la humedad, mediante el uso de cimientos y sobre cimientos de concreto ciclópeo. **(LOPEZ GALVEZ & BERNILLA CARLOS, 2012)**

Proceso de elaboración del adobe estabilizado con asfalto:

#### - **Determinación De La Cantera**

Se hará la búsqueda de una cantera, que se encuentre cerca de la zona de construcción, que tenga el suelo que reúna los requisitos, y el volumen suficiente.

El suelo requerido para la construcción de adobes estabilizados con asfalto, deberá tener las mismas características del suelo empleado en la elaboración de adobes comunes.

Deberá tener estas consideraciones al momento de elegir la cantera:

La primera capa de suelo de una cantera no debe utilizarse para elaborar adobes, conteniendo esta materia orgánica que al ser expuesto al secado produce encogimiento y en presencia de humedad se descompone, restando resistencia y duración.

Todo suelo que contiene materia orgánica en su composición no debe ser empleado en la producción de adobes estabilizados.

Un suelo apto para fabricación de adobe no debe contener más de 0.3 % de sales. **(LOPEZ GALVEZ & BERNILLA CARLOS, 2012).**

#### - **Preparacion De Gavera Y Tendal**

La gavera es un molde abierto con las dimensiones internas del adobe a elaborar

Se recomienda fabricar gaveras de madera con fondo para evitar irregularidades en su cara de asentado del adobe.

Se prepara el tendal que es el área donde se elabora y se seca el adobe, seleccionándose un terreno plano y limpio, cubriendo la superficie con arena fina para que no se pegue el adobe.

El tendal de preferencia debe ser techado con estera o plástico, para proteger del sol al adobe.

#### - **Preparación Del Barro**

El suelo seleccionado se humedece con agua hasta formar barro revolviéndolo con una lampa.

Se deja dormir de uno a dos días para que pueda humedecerse totalmente, al barro se le ha agregado asfalto en un porcentaje en peso del suelo seco, generalmente un 2%.

El adobe estabilizado con asfalto es aquel en cuya preparación se añade un porcentaje de asfalto que puede variar de 0.5 a 4% en peso de suelo seco, según el tipo de suelo, pero que habitualmente varía entre 1.5 a 2%. El asfalto, tiene como efecto impedir la disolución del adobe en presencia de agua, lo que le otorga grandes ventajas en zonas de gran precipitación pluvial o cuando no es posible evitar riesgos de inundaciones.

El adobe estabilizado con asfalto, se utiliza un asfalto de curado rápido usualmente denominado RC-250 conocido como asfalto de caminos, se trata de un material muy adhesivo e impermeable. **(LOPEZ GALVEZ & BERNILLA CARLOS, 2012).**

## - **Elaboración Del Adobe**

Con el barro previamente preparado se procede a la elaboración de los adobes.

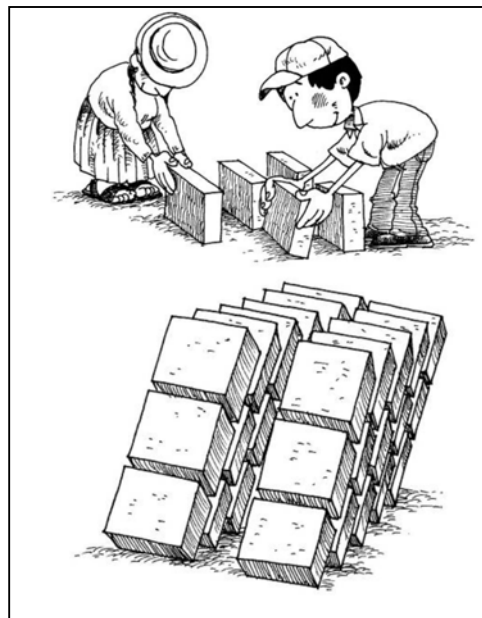
Colocar la gavera en el tendal, recepcionar el barro estabilizado y llenar el molde con fuerza, y presionar para abarcar todo el volumen del molde, nivelar la superficie horizontal del molde con una regla, retirando el excedente del material.

Retirar la gavera en forma perpendicular evitando deformar el adobe

Dejar secar los adobes. Luego ponerlos de canto para completar el secado.

Apilarlos adecuadamente y usarlos después de 4 semanas.

**Grafico 20. Colocación del adobe**



**FUENTE: (PONTIFICIE UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ, 2010)**

### 2.2.2.2. Tapial

Son Muros de tierra húmeda compactada, por medios manuales o mecánicos, dentro de un encofrado o molde, que tradicionalmente se le llama tapial. El grado de humedad a la que se efectúa la compactación dependerá de las características de la tierra, siendo, normalmente, próximo al 10 % (CID FALCETO, 2012).

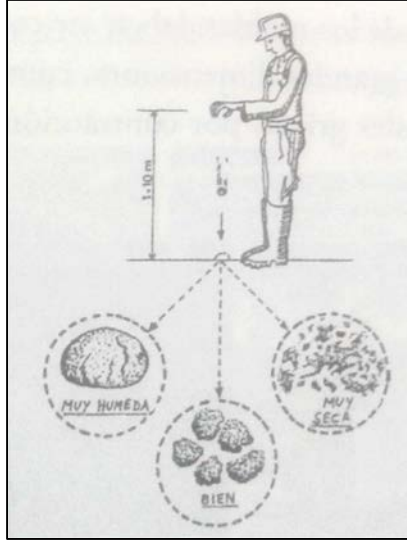
Grafico 21. Muro construido con tapial



La preparación del suelo es similar para el adobe, excepto que no se debe formar el barro. Simplemente se riega el suelo de tal modo que al instante de fabricar la tapia, la humedad óptima sea aproximadamente el 8%. Un método de campo para determinar si la humedad es adecuada es preparar una bola del suelo y se lo deja caer fresca desde una altura de 1 m sobre una superficie dura. Si la bola se pulveriza, debe agregarse agua a la mezcla; sino se fractura, deberá agregarse mezcla seca y si se troza en grandes fragmentos, la humedad es la correcta (SAN BARTOLOMÉ, QUIUN, & SILVA, 2014)



**Gráfico 22. Prueba de campo para determinar humedad del suelo**



**FUENTE: (SAN BARTOLOMÉ, QUIUN, & SILVA, 2014)**

El proceso de producción del muro, en pocas palabras, consiste en pulverizar el suelo, secar, tamizar, añadir aglomerante, según sea necesario, añadir agua hasta el contenido óptimo de humedad, colocarlo dentro de un molde, conocido con el nombre de tapial, y, finalmente, compactar hasta obtener la densidad máxima, mediante el uso de pisones manuales o mecánicos.

**Gráfico 23. Tipos de moldes para ejecución de tapial: tapial tradicional (izquierdo) y tapial mecanico**



**FUENTE: (NEVES & BOGES FARIA, 2011)**

Numerosos ejemplos de monumentos de tapia se encuentran en todos los continentes, con las más diversas soluciones constructivas y expresiones estéticas. Ejemplos de ellos son las ruinas del Morro de Mezquitilla o la fortaleza en Baños de la Encina en España, los restos de la ciudad de Chan Chan en Perú y diversas construcciones bandeiristas en Brasil.”

#### **A. Ventajas De La Construcción Con Tapial**

- Excelente Comportamiento Térmico debido a un bajo índice de conductividad calórica.
- Excelente Aislamiento Acústico, ya que un acabado rugoso mejora aún la absorción acústica.
- Aislamiento a Radiaciones Electromagnéticas, pues la tierra cruda aísla las ondas electro-magnéticas de alta frecuencia y por tanto los posibles efectos negativos sobre el cuerpo humano
- Incombustibilidad contra el Fuego, por no ser afectado por el fuego el material.
- Alta Resistencia al Impacto, siendo utilizado en arquitectura militar para construir incluso murallas.
- Económico y Ecológico, ya que generalmente se extrae la tierra cruda del lugar, minimizando el coste de adquisición y transporte de materiales. Al no precisar transformación, no requiere gasto de energía.
- Excelente equilibrio de intercambio de humedad interior – exterior, proporcionando un interior saludable y beneficiosa para el ser humano (ECO INTELIGENCIA, 2012).

#### **2.2.3. El Asfalto**

Según **Herbert Abraham**, el término asfalto, se deriva del vocablo acadio asphatu o asphallo, que significa dividirse, resquebrajarse. Posteriormente, fue adoptado por los griegos como adjetivo cuyo

significado es estable, seguro y al verbo estabilizar o asegurar, de donde se supone que el primer uso del asfalto en las civilizaciones antiguas es que fue utilizado en forma de cemento, para asegurar o unir objetos. Del griego pasó al latín, después al francés (asphalte) y finalmente al inglés (asphalt).

Son materiales aglomerantes sólidos o semisólidos de color que varía de negro a pardo oscuro y que se licúan gradualmente al calentarse, cuyos constituyentes predominantes son betunes que se dan en la Naturaleza en forma sólida o semisólida o se obtienen de la destilación del petróleo o combinaciones de éstos entre sí o con el petróleo o productos derivados de estas combinaciones ( AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS, S.F.)

**Tabla 2. Historia Del Asfalto**

<b>AÑO</b>	<b>USO</b>
6000 a. C.	En Sumeria, se utilizaba en la industria de navegación. La torre de Babel es una de las tantas construcciones en donde se utilizó como mortero.
3200- 2600 a. C.	Utilizado por los egipcios para impermeabilizar.
2600- 540 a. C.	Excavaciones arqueológicas recientes indican el amplio uso del asfalto en Mesopotamia y el Valle del Indo como aglomerante para albañilería y construcción de carreteras y para capas de impermeabilización en estanques y depósitos de agua.
300 a. C.	Se emplea ampliamente en Egipto para embalsamamientos.
1802 d. C.	En Francia se emplea roca asfáltica para pavimentación de suelos, puentes y aceras.
1838 d. C.	En Filadelfia se emplea roca asfáltica importada en la construcción de aceras.
1870 d. C.	Construcción del primer pavimento asfáltico en Newark, Nueva Jersey por el profesor E. J. DeSmedt, químico belga.
1876 d. C.	Construcción del primer pavimento de tipo sheet asphalt en Washington D. C. con asfalto de lago importado.
1902 d. C.	En Estados Unidos se obtienen de la destilación del petróleo aproximadamente 120,000 barriles al año.

**FUENTE:** (AVELLÁN CRUZ, 2007)

### 2.2.3.1 Tipos De Asfalto

#### A. Asfaltos Líquidos

Son materiales asfálticos de consistencia blanda o fluida, también se los denomina asfaltos rebajados o cutbacks.

Se componen por una fase asfáltica y un fluidificante volátil, que puede ser bencina, keroseno o aceite. Los fluidificantes se evaporan (proceso de curado), quedando el residuo asfáltico el cual envuelve y cohesiona las partículas del agregado.

Dentro de los asfaltos líquidos encontramos los siguientes productos:

#### a) Asfalto De Curado Rápido

Es aquel cuyo disolvente es del tipo de la nafta o gasolina, se obtienen los asfaltos rebajados de curado rápido y se designan con las letras RC (Rapid Curing), seguidos por un número que indica el grado de viscosidad cinemática en centiestokes.

Los productos de curado rápido se emplean cuando se desea un cambio rápido del estado líquido de aplicación al cemento asfáltico original.

En el mercado Peruano existen los siguientes tipos:

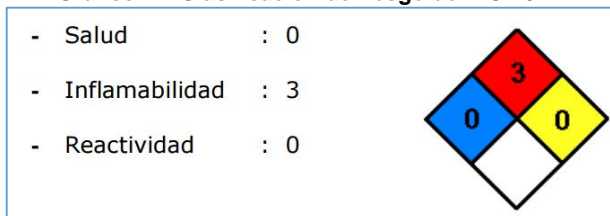
#### - Asfalto RC-70

El Asfalto Líquido RC-70 es una mezcla multicomponente de hidrocarburos derivados del petróleo, formulado a partir de un asfalto y un destilado medio de petróleo, que es usado como disolvente.

El producto es una sustancia inflamable y al incrementarse la temperatura presenta un aumento de la liberación de

vapores, pudiendo formar mezclas explosivas con el aire. La clasificación de riesgos según la NFPA (National Fire Protection Association) es la siguiente:

**Gráfico 24. Clasificación de riesgo del RC-70**



**FUENTE:** (PETROPERU, s.f.)

El asfalto RC-70 tiene las siguientes características:

APARIENCIA, COLOR, OLOR : Líquido muy viscoso, homogéneo y libre de agua. Color de marrón oscuro a negro y olor característico.

GRAVEDAD ESPECÍFICA a 15.6/15.6°C : 0.93 – 0.97 aprox.

VISCOSIDAD CINEMÁTICA a 60°C, cSt : 70 - 140

PUNTO DE INFLAMACIÓN, °C : > 50

PUNTO DE AUTOIGNICIÓN, °C : >232 aprox.

LÍMITES DE INFLAMABILIDAD, % Vol. en aire : De 1 a 6 aprox.

SOLUBILIDAD EN AGUA : Insignificante

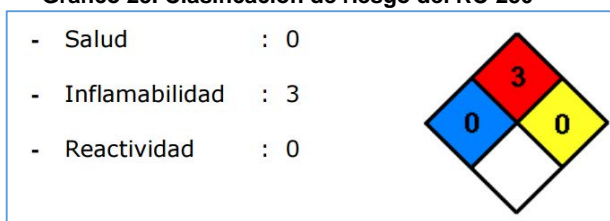
#### - **Asfalto RC-250**

Es un asfalto diluido en solventes, de uso en frío. Su consistencia le permite ser mezclado con agregados pétreos mediante revoltura mecánica. Para mejorar la trabajabilidad de la mezcla, se le puede aplicar temperatura al RC - 250 y así disminuir su viscosidad.

Se utiliza básicamente para hacer mezcla en frío, ya sea en sitio, en cancha o en planta. El agregado pétreo no puede tener una humedad superior al 1,5% al ser mezclado con este producto. (QUIMICA LATINOAMERICANA S.A., s.f.)

La clasificación de riesgos según la NFPA (National Fire Protection Association) es la siguiente:

**Gráfico 25. Clasificación de riesgo del RC-250**



**FUENTE:** (PETROPERU, s.f.)

APARIENCIA, COLOR, OLOR	: Líquido muy viscoso, homogéneo y libre de agua. Color de marrón oscuro a negro y olor característico.
GRAVEDAD ESPECÍFICA a 15.6/15.6°C	: 0.94 – 0.97 aprox.
VISCOSIDAD CINEMÁTICA a 60°C, cSt	: 250 - 500
PUNTO DE INFLAMACIÓN, °C	: 27 mín.
PUNTO DE AUTOIGNICIÓN, °C	: >232 aprox.
LÍMITES DE INFLAMABILIDAD, % Vol. en aire	: De 1 a 6 aprox.
SOLUBILIDAD EN AGUA	: Insignificante.

### **b. Asfalto De Curado Medio**

El disolvente de este asfalto es keroseno, y se designa con las letras MC (Medium Curing), seguidos con un número que indica el grado de viscosidad cinemática medida en centiestokes.

Los productos de fraguado medio tienen buenas propiedades humectantes que permiten el revestimiento satisfactorio de los agregados en forma de polvos de graduación fina.

En el mercado Peruano existen los siguientes tipos:

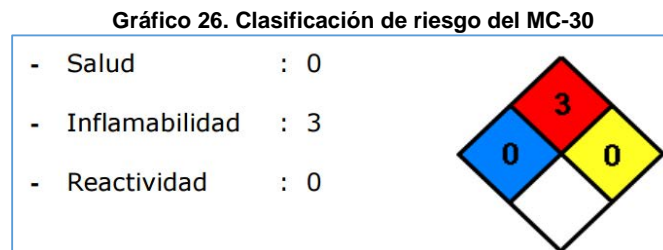
#### **- Asfalto MC-30**

El MC-30 es un asfalto cortado de curado medio, color negro y estado normal líquido.

Consiste en un asfalto diluido en solventes, de uso en frío. La consistencia de este producto permite riegos homogéneos sobre la superficie a aplicar.

Se utiliza principalmente como imprimante en bases estabilizadas antes de colocar un pavimento asfáltico. También puede utilizarse como riego matapolvo.

La clasificación de riesgos según la NFPA (National Fire Protection Association) es la siguiente:



**FUENTE:** (PETROPERU, s.f.)

APARIENCIA, COLOR, OLOR : Líquido muy viscoso, homogéneo y libre de agua. Color de marrón oscuro a negro y olor característico.

GRAVEDAD ESPECÍFICA a 15.6/15.6°C : 0.91 – 0.94 aprox.

VISCOSIDAD CINEMÁTICA a 60°C, cSt : 30 - 60

PUNTO DE INFLAMACIÓN, °C : 38 mín.

PUNTO DE AUTOIGNICIÓN, °C : >232 aprox.

LÍMITES DE INFLAMABILIDAD, % Vol. en aire : De 1 a 6 aprox.

SOLUBILIDAD EN AGUA : Insignificante.

### **c. Asfalto de curado lento**

El disolvente o fluidificante es aceite liviano, relativamente poco volátil, y se designa por las letras SC (Slow Curing), seguidos con un número que indica el grado de viscosidad cinemática medida en centiestokes.

Los asfaltos de fraguado lento se endurecen o fraguan muy lentamente y se emplean cuando se desea una consistencia casi igual a la del aglutinante mismo, tanto en el momento del tratamiento como después de un período de curación.

## **B. CEMENTOS ASFALTICOS**

Los Cementos Asfálticos se presentan como una masa negra y brillante, cuya consistencia varía con la temperatura. Proviene de la fracción pesada de la destilación del petróleo crudo. Es también elemento base para la fabricación de asfaltos cortados y emulsiones.

El Cemento Asfáltico es un ligante flexible, impermeable y duradero. Mediante la aplicación de calor disminuye su viscosidad, permitiendo mezclarse con agregados pétreos, obteniéndose así una mezcla cuyas excelentes características han permitido un alto desarrollo tecnológico de su utilización en la ingeniería vial. (QUIMICA LATINOAMERICANA S.A., s.f.)

El cemento asfáltico ha sido utilizado con éxito en la pavimentación de vías debido principalmente a que es un material altamente cementante, termoplástico, repelente del agua y es resistente al ataque de la mayoría de los ácidos, álcalis y sales, que posee alta elasticidad a altas temperaturas, suficiente ductilidad a bajas temperaturas, baja susceptibilidad al cambio de temperatura, buena adhesión y cohesión y bajo contenido de parafina (alta resistencia al envejecimiento).

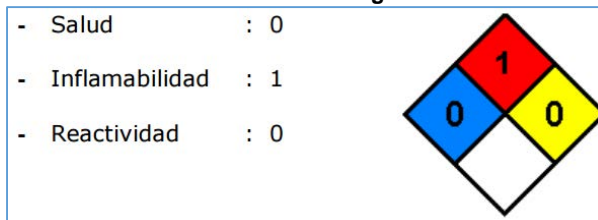
En el mercado Peruano existen los siguientes tipos:



### - Asfalto 40/50 PEN

El Asfalto Sólido 40/50 PEN es una mezcla multicomponente de hidrocarburos derivados del petróleo, no volátiles, de elevado peso molecular.

**Gráfico 27. Clasificación de riesgo del 40/50 PEN**



**FUENTE:** (PETROPERU, s.f.)

APARIENCIA, COLOR, OLOR : Sólido a temperatura ambiente, líquida durante su manipulación a más de 100 ° C, homogénea y libre de agua. Color de marrón oscuro a negro y olor característico.

GRAVEDAD ESPECÍFICA a 15.6/15.6°C : 1.01 – 1.03 aprox.

PUNTO DE INFLAMACIÓN, °C : 232 mín.

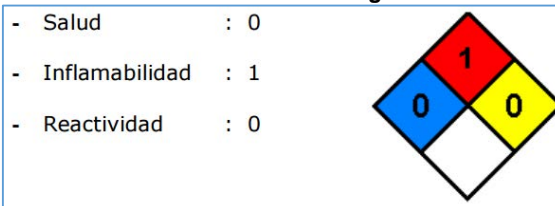
PUNTO DE AUTOIGNICIÓN, °C : 485 aprox.

LÍMITES DE INFLAMABILIDAD, % Vol. en aire : De 1 a 6 aprox.

SOLUBILIDAD EN AGUA : Insignificante.

### - Asfalto 60/70 PEN

**Gráfico 28. Clasificación de riesgo del 40/50 PEN**



**FUENTE:** (PETROPERU, s.f.)

APARIENCIA, COLOR, OLOR: Sólido a temperatura ambiente, líquida durante su manipulación a más de 100 ° C, homogénea y libre de agua. Color de marrón oscuro a negro y olor característico.

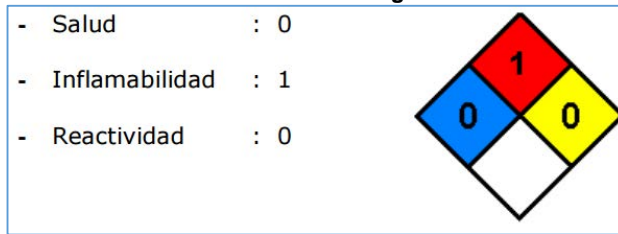
GRAVEDAD ESPECÍFICA a 15.6/15.6°C : 1.01 – 1.03 aprox.

PUNTO DE INFLAMACIÓN, °C : 232 mín.

PUNTO DE AUTOIGNICIÓN, °C : 485 aprox.  
 LÍMITES DE INFLAMABILIDAD, % Vol. en aire : De 1 a 6 aprox.  
 SOLUBILIDAD EN AGUA : Insignificante.

**- Asfalto 85/100 PEN**

**Gráfico 29. Clasificación de riesgo del 85/100 PEN**



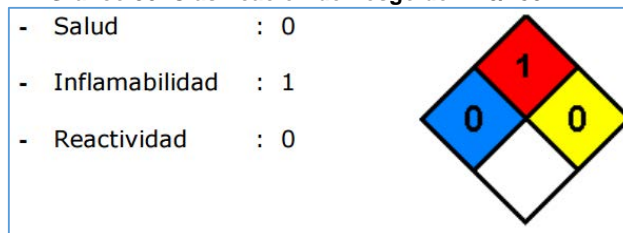
**FUENTE:** (PETROPERU, s.f.)

APARIENCIA, COLOR, OLOR: Sólido a temperatura ambiente, líquida durante su manipulación a más de 100 ° C, homogénea y libre de agua. Color de marrón oscuro a negro y olor característico.

GRAVEDAD ESPECÍFICA a 15.6/15.6°C : 1.01 – 1.03 aprox.  
 PUNTO DE INFLAMACIÓN, °C : 232 mín.  
 PUNTO DE AUTOIGNICIÓN, °C : 485 aprox.  
 LÍMITES DE INFLAMABILIDAD, % Vol. en aire : De 1 a 6 aprox.  
 SOLUBILIDAD EN AGUA : Insignificante.

**- Asfalto 120/150 PEN**

**Gráfico 30. Clasificación de riesgo del 120/150 PEN**



**FUENTE:** (PETROPERU, s.f.)

APARIENCIA, COLOR, OLOR: Sólido a temperatura ambiente, líquida durante su manipulación a más de 100 ° C, homogénea y libre de agua. Color de marrón oscuro a negro y olor característico.

GRAVEDAD ESPECÍFICA a 15.6/15.6°C : 1.01 – 1.03 aprox.  
 PUNTO DE INFLAMACIÓN, °C : 218 mín.  
 PUNTO DE AUTOIGNICIÓN, °C : 485 aprox.

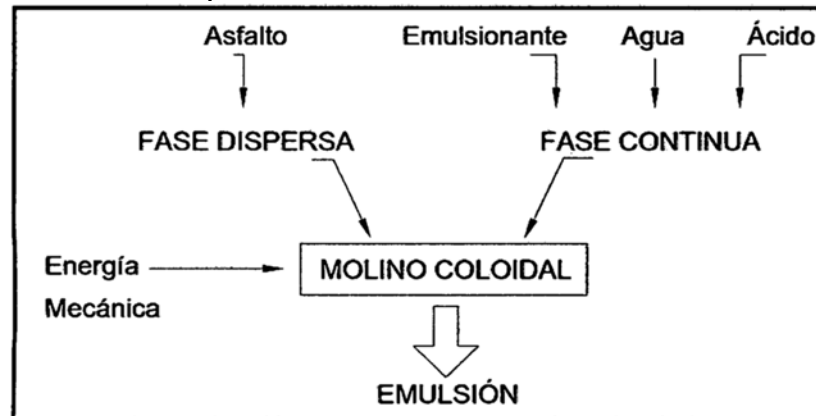
LÍMITES DE INFLAMABILIDAD, % Vol. en aire : De 1 a 6 aprox.  
SOLUBILIDAD EN AGUA : Insignificante.

### C. Emulsión Asfáltica

Es un sistema compuesto por dos compuestos insolubles uno en el otro en el cual uno se dispersa en el otro en forma de gotas, asistido por un agente emulsificante.

La emulsión asfáltica es una fina dispersión de partículas de asfalto en agua esta se clasifica como una emulsión de tipo directa, donde la estabilidad depende del agente emulsionante que rodea la gota de asfalto y le proporciona una repulsión necesaria para garantizar la estabilidad de todo el sistema. La dispersión del asfalto se obtiene al aplicar la energía de cizallamiento mediante un molino coloidal, la inalterabilidad del sistema se logra al aplicar el agente emulsificante que aporta una energía físico-química que mantiene el equilibrio de las partículas.

Gráfico 31. Componentes en la fabricación de la emulsión asfáltica



Fuente: (LUIS MIGUEL, 2015)

Las emulsiones asfálticas tienen una apariencia de color marrón cuando se aplica inicialmente, cuando el asfalto empieza a adherirse al material circundante, el color cambia de color de un marrón a negro y se dice que la emulsión se ha “roto”, el tiempo requerido para el rompimiento depende

del tipo de emulsión, la temperatura y condiciones ambientales.

Las emulsiones se clasifican de acuerdo al tipo de emulsificante usado y de acuerdo a su estabilidad:

Las emulsiones asfálticas brindan una mayor protección ambiental al emplear menor energía en la producción y no produce contaminación durante la aplicación, ya que se evapora agua en lugar del solvente utilizado (LUIS MIGUEL, 2015).

#### **D.1 Componente de la emulsión asfáltica:**

El asfalto, el agua y un agente emulsificante son los tres componentes de una emulsión asfáltica

- El asfalto: Representa un porcentaje entre el 50% y 75% de la emulsión
- Agua: El agua usada para preparar emulsiones deberá ser razonablemente pura y libre de materias extrañas.
- Agente emulsificante: El agente emulsivo o emulsionante: el cual se representa por un agente tenso activo que tiene como finalidad mantener las gotitas de asfalto en suspensión estable y controlar el tiempo de rotura.

#### **D.2 Aplicaciones de las emulsiones:**

- Riegos de Imprimación

Se aplica sobre superficies no asfálticas que deben prepararse para recibir otro riego asfáltico.

- Riegos de Liga

Se aplica sobre un riego de imprimación sobre capas asfálticas, su función es vincular una capa con una mezcla asfáltica.

- Riego de imprimación reforzada

Consiste en una primera imprimación simple y una vez que ha secado se efectúa una segunda aplicación de material bituminoso.

- Riego de Sellado

Consiste en una aplicación de material bituminoso seguido de una distribución de arena, se emplea sobre superficies asfálticas (mezclas asfálticas o suelo arena o arena emulsión).

- Tratamientos Superficial Simple

Consiste en una aplicación de material bituminoso seguido de una distribución de agregados pétreos.

- Tratamiento Superficial Doble

Consiste en dos aplicaciones de material bituminoso, cada una de ellas seguida de una distribución del agregado pétreo, en general el tamaño nominal del primer agregado es el doble del segundo.

- Tratamiento Superficial Múltiple

Consiste en tres o más aplicaciones de material bituminoso, cada una de ellas seguida de una distribución de agregado pétreo de menor tamaño.

- Slurry Seal o Lechadas

Son mezclas constituidas por áridos finos, filler, emulsión, agua y aditivos. Espesores promedios de tres a seis milímetros. Su objetivo es de impermeabilizar, tratamiento de terminado y superficial, antideslizante.

- Suelos estabilizados con emulsión asfáltica

Se define como suelo estabilizado con un producto bituminoso, la mezcla íntima, convenientemente compacta, de suelo, agua, ligante bituminoso y eventualmente adiciones, cuyo fin es mejorar las características resistentes del suelo, disminuyendo su capacidad de absorción de agua y/o aumentando su cohesión, por efecto de la incorporación de ligante bituminoso.

### **D.3 Tipos De Emulsiones**

Las emulsiones asfálticas se clasifican según su carga eléctrica y la velocidad de rotura:

#### **Según su carga eléctrica:**

- Emulsión catiónica, Es cuando el glóbulo de asfalto, por la presencia del emulsificante adquiere carga positiva.
- Emulsión aniónica, Cuando la carga eléctrica del glóbulo de asfalto es negativa.

#### **Según su velocidad de rotura:**

- a. Emulsión Asfáltica Catiónica de Rotura Rápida, tiene escasa habilidad para mezclar con el agregado, es decir el asfalto sufre rápidamente coalescencia.

Estas emulsiones están diseñadas para reaccionar rápidamente con el agregado y revertir del estado de emulsión al de asfalto. Las emulsiones de rotura rápida producen una película relativamente gruesa.

Características fisicoquímicas:

Composición	: Asfalto y agua
Color	: Marrón oscuro
Aspecto	: Líquido viscoso
Gravedad específica a 20 °C	: 0.9950 – 1

- b. Emulsión Asfáltica Catiónica de Rotura Media, esta emulsión está diseñada para mezclarse con agregados gruesos y no rompan inmediatamente al entrar en contacto con el agregado. Se usan en mezclas que permanezcan trabajables por algunos minutos, son realizadas en plantas.

Características fisicoquímicas:

Composición	: Asfalto y agua
Color	: Marrón oscuro
Aspecto	: Líquido viscoso
Gravedad específica a 20 °C	: 0.9950 – 1

- c. Emulsión Asfáltica Catiónica de Rotura Lenta, el asfalto demora un buen tiempo en sufrir coalescencia, están diseñadas para reaccionar lentamente con el agregado.

Características fisicoquímicas:

Composición	: Asfalto y agua
Color	: Marrón oscuro
Aspecto	: Líquido viscoso
Gravedad específica a 20 °C	: 0.95

### 2.2.3.2 Producción del asfalto

El asfalto se consigue de la refinación por destilación del crudo de petróleo. Es un proceso donde las diferentes fracciones (productos) son apartadas fuera del crudo, a través de un incremento en etapas de la temperatura.

### 2.2.3.3 Composición química del asfalto

Está formado por tres grupos básicos: asfaltenos, resinas y aceites (aromáticos y saturados). Los asfaltos sometidos a temperaturas típicas de trabajo son un sistema disperso, ya que las partículas de la fase dispersa son las miscelas, en las cuales el núcleo o agregado es el asfalteno.

En los asfaltenos se agrupan todos los metales contenidos en el crudo: Ni, V, Fe, Co, Mn, en una proporción apreciable el oxígeno, el azufre y el nitrógeno. El 80- 85% de los asfaltenos son átomos de carbono, la relación C: H se encuentra entre 0.8 y 0.87. Los asfaltenos son producto de la condensación de las resinas.

**Tabla 3. Composición Del Asfalto**

<b>Elemento</b>	<b>Concentración (%)</b>
Carbono	82- 88%
Hidrogeno	8- 11%
Azufre	0- 6%
Oxígeno	0-1.5%
Nitrógeno	0- 1%

**FUENTE:** (AVELLÁN CRUZ, 2007)

### 2.2.3.4 Usos del asfalto.

El uso que se les da al asfalto es como material aglutinante en la preparación de carpetas asfálticas para la construcción de pavimentos flexibles.



### **a. Tratamientos Especiales**

Radica en una delgada capa de desgaste, de espesor comúnmente menor de 2.50 cm, compuesta de dos o más aplicaciones de asfalto líquido cubierto con áridos. El tratamiento superficial es un tipo de carpeta económica que da buenos resultados durante un periodo limitado de tiempo. Puede emplearse como un paso durante la construcción por etapas. El tratamiento superficial da una capa de una capa de desgaste impermeable adecuada para tráfico ligero.

### **b. Impermeabilizantes.**

Los asfaltos sopladados u oxidados se causan cuando se hace pasar aire a través de los asfaltos calentados, esto con el fin de darle las características necesarias para ciertos usos especiales. Su uso en carreteras está limitado en gran medida a la impermeabilización de estructuras y al relleno de juntas de los pavimentos de concreto hidráulico. También es común utilizarlo como impermeabilizante e la construcción de cimientos en obras civiles. En nuestro medio es muy manejado como impermeabilizante en techos, desde pequeñas casas, habitaciones, hasta grandes obras de ingeniería y su aplicación es relativamente sencilla ya que solo se requiere de mínima experiencia en el trabajo de impermeabilizantes, lo que se puede recomendar a las personas que lo utilizan, como por lo general se somete a altas temperaturas.

### **c. Obras hidráulicas.**

El principal uso en obras hidráulicas es como relleno en las juntas en la construcción de canales. Los objetivos a cumplir en las estructuras hidráulicas son varios, entre ellos podemos citar:

Evitar la pérdida de agua

Proteger las laderas de la erosión.

Disminuir el rozamiento.

Reducir el servicio de conservación.

**d. Otros tipos de aplicaciones.**

Entre los tipos de usos que enunciaremos, algunos se han aplicado principalmente en Estados Unidos:

Revestimiento de canales con membrana enterrada.

Revestimiento de presas.

Revestimientos asfálticos para instalaciones de tratamiento de aguas residuales

Aplicación de asfaltos en la impermeabilización de cubiertas.

**2.2.4. Humedades En La Construcción**

Por definición humedad es agua de que está impregnado un cuerpo (RAE), es claro que en las viviendas hechas con adobe existe un porcentaje de humedad ya que se encuentra agua en los cuerpos, en el aire, en el suelo, etc.

El problema se presenta siempre cuando la humedad se presenta en exceso y no se toman las precauciones necesarias para poder evitar daños significativos en las construcciones.

Existen varios tipos de humedades que se presentan en las construcciones donde tenemos lo siguiente:

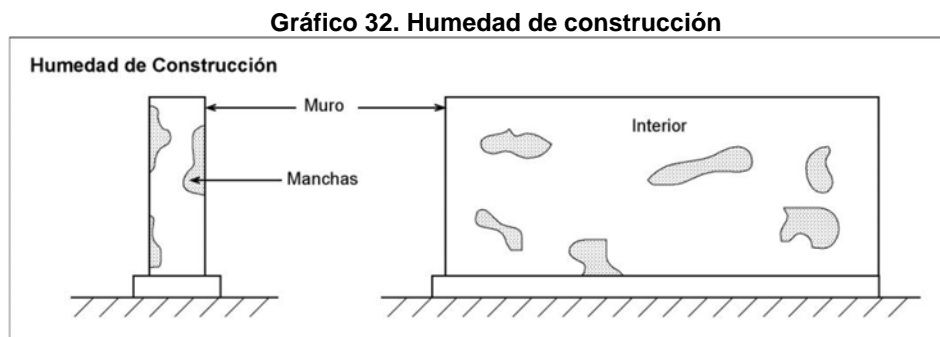
### 2.2.4.1 Humedad De Construcción

Este tipo de humedad es el que se origina en toda construcción a base de agua.

Los elementos construidos poseen agua. La forma de lograr un equilibrio y que no se produzcan problemas de humedad por esta causa es a través de la evaporación pero, al no dar un tiempo de secado razonable a los elementos construidos, éstos retienen el agua lo que trae como consecuencia la posterior aparición de manchas en los muros, desprendimientos de pintura o papel mural, mohos, eflorescencias, etc.

Tal como se observa en el gráfico N° 32 este tipo de humedad se presenta en forma de manchas en cualquier parte de la superficie del muro. Esto se explica en que las manchas sólo aparecen en los sectores que no han alcanzado a secarse, lo que depende de factores aleatorios, lo que hace que cualquier parte del muro sea susceptible a este problema, tanto por el interior como por el exterior de la vivienda.

Un elemento puede considerarse seco cuando no se producen intercambios de humedad considerables entre él y el medio ambiente. Para que esto ocurra inciden factores climáticos como la temperatura, la humedad relativa del aire, la velocidad del viento y otros como la porosidad del material, el ancho del elemento, etc.



FUENTE: (FERNANDEZ CUROTTO, 2008)

#### 2.2.4.2 Humedad De Condensación

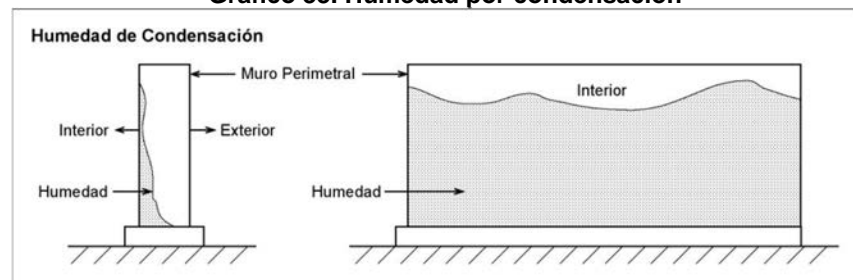
Este tipo de humedad se produce cuando el agua contenida en el aire en forma de vapor de agua, líquida y se acumula en los elementos más fríos de una vivienda.

Dado que las bajas temperaturas favorecen este tipo de humedad, ésta se presenta en forma estacional, preferentemente en invierno y en ambientes húmedos como cocinas, baños, lavaderos o lugares mal ventilados.

Esta humedad aparece en los muros perimetrales ya que éstos presentan las temperaturas más bajas, lo que favorece la condensación.

Las formas más eficaces para disminuir los efectos de la condensación son, mejorar el aislamiento tanto en muros como en cielos, disminuir la generación de vapor al interior de la vivienda y aumentar el número de renovaciones de aire

**Gráfico 33. Humedad por condensación**



FUENTE: (FERNANDEZ CUROTTO, 2008)

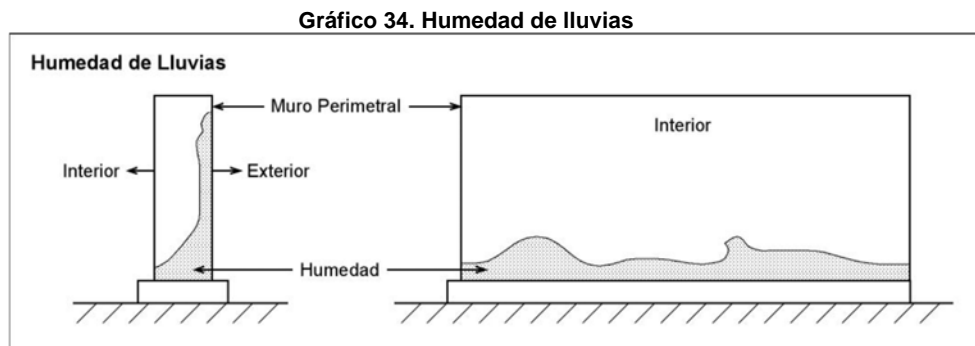
#### 2.2.4.3 Humedad De Lluvia

La lluvia es un fenómeno climático que se produce sobre todo en los meses de mayor frío durante el año. El alcance que tenga una lluvia sobre los muros de una construcción depende de varios factores que no se pueden prever con exactitud al momento de

realizar la construcción de una vivienda, como la intensidad y el ángulo de la lluvia y la intensidad y la dirección del viento.

Esto hace que toda edificación sea susceptible a presentar problemas de humedad al momento de presentarse los meses de mayor lluvia si no se toman las medidas adecuadas como impermeabilizar muros exteriores, proteger los muros mediante aleros apropiados y establecer un buen sistema de canales y bajadas de agua. También es necesario controlar la existencia de grietas en muros exteriores ya que éstas facilitan la absorción de agua.

Cuando la lluvia impacta contra un muro, el agua penetra y se propaga en su interior, a través de los poros y las grietas del material.



FUENTE: (FERNANDEZ CUROTTO, 2008)

#### 2.2.4.4 Humedad Accidental

Este tipo de humedad no se produce ni por condiciones climáticas ni por fallas constructivas, sino que tal como lo indica su nombre por accidentes.

#### 2.2.5. Conservación

Para Bernard Feilden. El termino conservación es la acción que se realiza para prevenir el deterioro y la gestión dinámica de la

variación, entendiendo todos los aspectos que puedan prolongar el tiempo de vida útil del patrimonio

El Canadian Code of Ethics, determina a la conservación como todas las acciones realizadas para poder salvaguardar el futuro de la propiedad

La conservación abarca diferentes tipos de intervención a continuación se detalla las distintas acciones para la conservación:

#### **2.2.5.1. Restauración**

Mediante el uso de políticas de conservación y la aplicación de estas se desarrolla la conservación de viviendas construidas con material adobe

Se puede permitir la aplicación de elementos procurando la inalterabilidad del material original.

#### **2.2.5.2. Preservación**

Son todas las acciones que se desarrollan para poder retardar el deterioro y/o para la prevención de daños a la propiedad.

#### **2.2.5.3. Rehabilitación**

Es buscar mantener la función original, es una de las acciones mas adecuadas para la conservación de las construcciones pues implica menos alteraciones al proyecto.

#### **2.2.5.4. Reconstrucción**

Debido a incidentes como sismos, incendios o eventos que causen que se dañe la construcción y se haga necesario una reconstrucción ya sea utilizando otros materiales o técnicas constructivas.

### 2.3. DEFINICIÓN DE TERMINOS:

- **Absorción:** Capacidad que tiene un cuerpo o sustancia solida de atraer y retener entre sus moléculas las de otro en estado líquido o gaseoso.
- **Adobe:** La palabra que proviene del árabe *al-tub*, es una pieza para construcción hecha de una masa de barro (arcilla y arena) mezclada con paja, moldeada en forma de ladrillo y secada al sol; con ellos se construyen paredes y muros de variadas edificaciones.
- **Agregado:** Material granular duro de composición mineralógica como la arena, la grava, la escoria o la roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños.
- **Agregado grueso:** Agregado retenido en el tamiz de 4.75 mm (# 4).
- **Agregado fino:** Agregado que pasa el tamiz de 4.75 mm (# 4).
- **Arcilla:** La arcilla está constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratado, procedentes de la descomposición de minerales de aluminio. Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene, siendo blanca cuando es pura. Surge de la descomposición de rocas que contienen feldespatos, originada en un proceso natural que dura decenas de miles de años. Tiene partículas menores a 2 micras (0.002 mm).
- **Arena Fina:** Componente inerte, que es estable en contacto con el agua, carece de propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca comprendidas entre 0.08 y 0.5 mm
- **Arena gruesa:** Componente inerte, que es estable en contacto con el agua, carece de propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca comprendidas entre 0.6 y 4.75 mm

- **Asfalto:** Es un material aglomerante de color oscuro, constituidos por mezclas complejas de hidrocarburos no volátiles de alto peso molecular, originarios del petróleo crudo, en el cual están disueltos, pueden obtenerse por evaporación natural de depósitos localizados en la superficie terrestre, denominados Asfaltos Naturales, o por medio de procesos de destilación industrial cuyo componente predominante es el Bitumen.
- **Barro:** Mezcla de tierra y agua y otros elementos en menor proporción.
- **Cantera.-** Lugar de donde se extrae la tierra para hacer los adobes.
- **Capilaridad:** Propiedad en virtud de la cual la superficie libre de un líquido puesto en contacto con un sólido sube o baja en las proximidades de este, según que el líquido lo moje o no; sus efectos son especialmente aparentes en el interior de los tubos capilares o entre dos láminas muy próximas.
- **Coalescencia:** La coalescencia es la posibilidad de que dos o más materiales se unan en un único cuerpo.
- **Conservación:** Según Bernard Feilden, conservación es la acción realizada para prevenir el deterioro y la gestión dinámica de la variación, comprendiendo todos los actos que prolongan la vida del patrimonio cultural y natural.
- **Estabilizar:** Dar estabilidad a una persona o cosa.
- **Emulsión:** Una emulsión es una mezcla de dos líquidos inmiscibles de manera más o menos homogénea.
- **Inundación:** Una inundación es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, por desbordamiento



de ríos, ramblas por lluvias torrenciales, deshielo, por subida de las mareas por encima del nivel habitual, por avalanchas causadas por maremotos.

- **Limo:** El limo o légamo es un material suelto con una granulometría comprendida entre la arena fina y la arcilla. Es un sedimento plástico incoherente transportado en suspensión por los ríos y por el viento, que se deposita en el lecho de los cursos de agua o sobre los terrenos que han sido inundados. Esta constituido con tamaños comprendidos entre 0.002 y 0.08 mm
- **Mezcla:** Producto o resultante de combinar la tierra con otros materiales
- **Moldeo:** Proceso que consiste en darle forma a la unidad de albañilería (adobe).
- **Mortero:** Material de unión de los adobes, puede ser barro simple, barro estabilizado: cemento-cal-arena o cemento y arena.
- **Muro:** El muro es el elemento estructural que resiste la mayor parte de las cargas actuantes en las construcciones de adobe, por lo que debe de estar arriostrado; así mismo, a mayor o más grandes aberturas para puertas y ventanas, estaremos restando resistencia a la construcción.
- **Succión:** Extracción de una cosa, generalmente un líquido, aspirándolo o absorbiéndolo con la boca o con un instrumento.
- **Tamiz:** Aparato de aberturas cuadradas, utilizado para separar tamaños de material
- **Tapial:** Muros de tierra húmeda compactada, por medios manuales o mecánicos dentro de un encofrado o molde que tradicionalmente se llama tapial

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. Hipótesis general**

La aplicación de la emulsión asfáltica mejora la conservación de las unidades de albañilería de adobe, Sapallanga - 2019.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- La aplicación de la emulsión asfáltica afecta la succión de las unidades de albañilería de adobe.
- La aplicación de la emulsión asfáltica afecta la absorción de las unidades de albañilería de adobe.
- La aplicación de la emulsión asfáltica incrementa la resistencia a la compresión en la conservación de las unidades de albañilería de adobe.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. Definición conceptual de las variables**

#### **a) Variable independiente (X): Aplicación de la emulsión asfáltica**

La emulsión asfáltica es un sistema compuesto por dos compuestos insolubles, donde ambos compuestos se mantienen estables gracias a un agente emulsionante.

#### **b) Variable dependiente (Y): Conservación de las unidades de albañilería de adobe**

La conservación de las unidades de albañilería de adobe se refiere a los tratamientos adicionales que se pueda agregar a las unidades de albañilería de adobe durante el proceso de fabricación de estas, de tal manera que se incremente el estado de conservación.

## 2.5.2. Definición operacional de las variables

### a) Variable independiente (X) Aplicación de la emulsión asfáltica

Aplicación de cantidades graduales de la emulsión asfáltica de rotura rápida en unidades de albañilería de adobe.

### b) Variable dependiente (Y): Conservación de las unidades de albañilería de adobe

Conservación de las unidades de albañilería de adobe en función de la cantidad de succión, porcentaje de absorción y resistencia a la compresión.

## 2.5.3. Operacionalización de las variables

Tabla 4. Operacionalización de las variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE	INSTRUMENTOS
APLICACIÓN DE LA EMULSIÓN ASFALTICA	Aplicación de emulsión asfáltica en cantidades graduales	Porcentaje de aplicación de emulsión asfáltica	Continua	Balanza
CONSERVACION DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE ADOBE	Succión	Variación de la cantidad de succión	Continua	Balanza Vernier
	Absorción	Variación de la cantidad de absorción	Continua	Balanza
	Resistencia a la compresión	Medición del incremento de la resistencia a la compresión	Continua	Vernier Equipo de rotura

Fuente: Elaboración propia

## **CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

Para la realización del presente trabajo de investigación se aplicará el método científico, aplicando un proceso sistemático, crítico y empírico.

### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación está enmarcada en el tipo de investigación aplicada. Se va a generar conocimiento y mediante procesos prácticos poder transformar, modificar y producir cambios para resolver determinados problemas.

### **3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

De acuerdo a (Hernandez Sampieri & Mendoza Torres, 2019), el tipo de investigación que se está empleando es de tipo explicativo ya que se va a manipular dos variables y con esto explicar la ocurrencia del fenómeno y las condiciones en que se manifiesta.

En el presente trabajo de investigación se va a responder a las causas que pueda generar la aplicación de la emulsión asfáltica para poder mejorar el estado de conservación de las unidades de albañilería de adobe.

### 3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

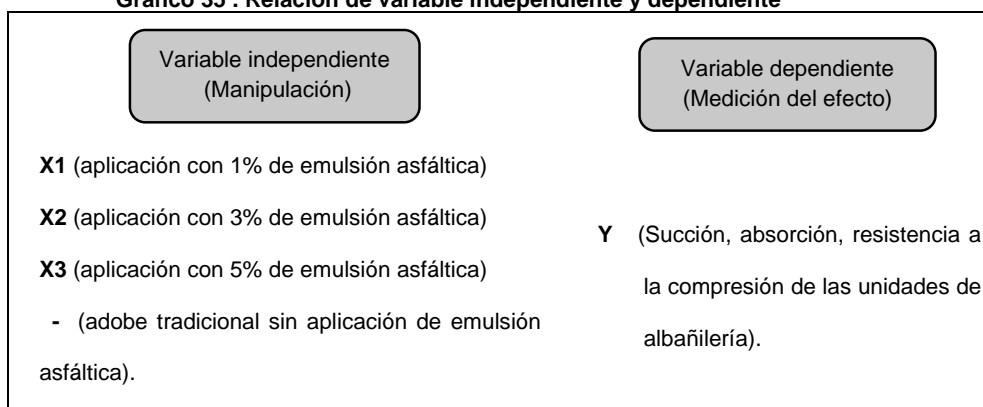
El diseño de investigación aplicado es experimental, pues se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una variable independiente (aplicación de la emulsión asfáltico), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (succión, absorción y ensayo de rotura) de las unidades de albañilería de adobe

Según, (Hernandez Sampieri & Mendoza Torres, 2019) , para poder aplicar un diseño de investigación experimental esta debe cumplir las siguientes condiciones:

- Debe de existir una manipulación intencional de una o más variables independientes

Se considera como variable independiente a la **aplicación de la emulsión asfáltica** que va a considerarse como la causa que va generar efectos en la variable dependiente, para poder obtener evidencias de esta relación causal se va a manipular la variable independiente asignando porcentajes de emulsión asfáltica de tal modo hacer variar con distintos valores las variables dependientes (succión, absorción y resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de adobe).

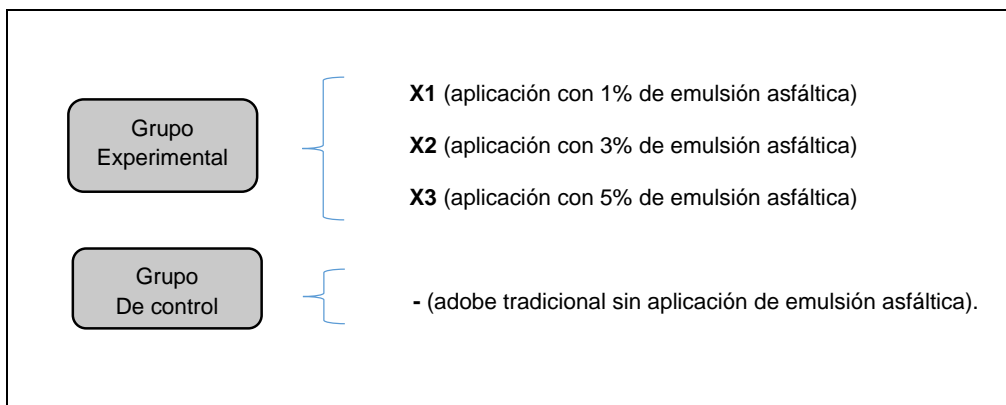
**Gráfico 35 . Relación de variable independiente y dependiente**



Fuente. Elaboración propia

Para el caso del presente trabajo de investigación se ha tomado por conveniente clasificar el grupo de muestras en dos muestras con la finalidad que a un grupo se le aplicara la acción de la variable independiente (emulsión asfáltica) en proporciones de porcentajes de 1%, 3% y 5% a este grupo tomara el nombre de **grupo experimental**, por otra parte existirá un grupo de muestras el cual no se le aplicará la acción de la variable independiente a este grupo tomara el nombre de **grupo de control** , ambos grupos participaran en el experimento.

**Gráfico 36 . Clasificación de grupos de la variable independiente**



**Fuente. Elaboración propia**

Se ha realizado esta división en grupos para posteriormente poder compararlos y determinar si la variable independiente pueda causar efectos en la variable dependiente.

- La variable dependiente tendrá que ser medido para poder comprobar que efecto ha causado la manipulación de la variable independiente

La manipulación de la variable independiente (aplicación del asfalto) causara efectos en la variable dependiente (succión, absorción, resistencia a la compresión) de las unidades de albañilería de adobe, los cuales serán medidos comprobándose los efectos.

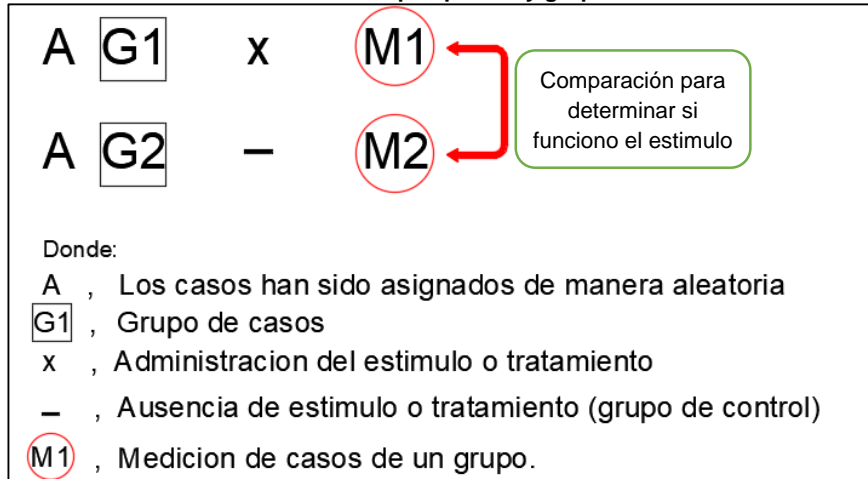
- Se deberá tener un control o validez interna, se deberá comprobar que, si existe variaciones en la variable dependiente, estas se deben exclusivamente por influencia de la variable independiente.

### 3.4.1. Clasificación del diseño experimental

Según la clasificación según la tipología de Campbell y Stanley (1966), se ha clasificado el siguiente trabajo de investigación como un diseño experimental puro con control.

De acuerdo a, (Hernandez Sampieri & Mendoza Torres, 2019) , dentro del presente trabajo de investigación se utilizara la siguiente simbología para definir el diseño a usarse:

Gráfico 37. Diseño con pos prueba y grupo de control



Fuente. (Hernandez Sampieri & Mendoza Torres, 2019)

El proceso que se va realizar es seleccionar dos grupos de muestras, a un grupo (G1) se le administrara un tratamiento o estímulo en este caso será emplear la aplicación de la emulsión asfáltica el cual será manipulada en porcentajes de 1% , 3% y 5% , al siguiente grupo que será el grupo de control (G2) contara con ausencia del estímulo o tratamiento en este caso no se le aplicara la emulsión asfáltica , ambos grupos será sometidos a pruebas experimentales para posteriormente poder tomar las respectivas mediciones y posteriormente poder realizar comparaciones y verificar si la aplicación de la emulsión asfáltica (variable

independiente) hizo un efecto en las pruebas de succión , absorción , resistencia a la compresión ( variables dependientes).

### **3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.5.1. Población**

En el presente proyecto de investigación la población identificada será todos los terrenos existentes que sirvan de materia prima para elaboración de unidades de albañilería de adobe que existen dentro de la superficie del Anexo de Cocharcas, Sapallanga.

#### **3.5.2. Muestra**

Para la determinación de la muestra se tomó en consideración el muestreo no probabilístico, donde se tomó una muestra de 223 Kg de materia prima de tierra, con lo cual se elaboró las muestras de unidades de albañilería de adobe para verificar el efecto de la adición de la emulsión asfáltica mediante pruebas de succión, absorción y resistencia a la compresión.

Las muestras totales después de elaborar las unidades de albañilería con la intencionalidad de ser analizados y estudiados en la presente investigación fueron:

- Total de adobes fabricados en forma tradicional: 15 unidades ( sin aplicación de emulsión asfáltica)
- Total de adobes fabricados adicionando emulsión asfáltica de rotura rápida : 45 unidades
  - 15 unidades (adición de 1% de emulsión asfáltica).
  - 15 unidades (adición de 3% de emulsión asfáltica).



- 15 unidades (adición de 5% de emulsión asfáltica).

### 3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Dentro del proyecto de investigación se han incluido técnicas para poder recolectar los diversos datos a obtenerse, los cuales fueron:

- **Investigación documental**

Se ha tenido que recopilar datos a través de fuentes de información documental, las que se usaron principalmente fueron las fuentes bibliográficas, iconográficas (fotografías , videos ) , digital ( laptop , usb) , referencias de internet relacionados con el proyecto de investigación.

- **Investigación de campo**

Se ha tenido que recopilar datos de campo, donde se llevó a cabo la toma de muestras de materia prima para la elaboración de las unidades de albañilería de adobe.

- **Observación**

Consintió en percibir directamente y poder registrar sistemáticamente de forma valida y confiable el comportamiento, características y rasgos de los fenómenos que se presentaba al momento de realizar los ensayos de laboratorio.

- **Experimentación**

Es una herramienta que se aplicó en el presente trabajo de investigación con el fin de poder estudiar de forma directa los efectos que producía la aplicación del asfalto (variable independiente), modificando el comportamiento de las variables dependientes, tomándose registros para posteriormente poder compararlos.

Los instrumentos nos permitirán registrar características de los efectos que producirá la aplicación de la emulsión asfáltica en los

diferentes ensayos que se realizará a las muestras de albañilería de adobe.

Debido a que se va a tomar datos de la forma como va causar un efecto la variable independiente sobre la variable dependiente los instrumentos que se aplicó para el desarrollo del trabajo de investigación serán de tipo mecanístico, que nos permitirá recolectar datos, estos instrumentos fueron una balanza de precisión (0.1 gr) y el vernier digital.

### **3.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

#### **3.7.1. Procedimiento De Recolección De Datos**

##### **3.7.1.1. Extracción De Material**

Se realizó la extracción de la muestra que será utilizada para la elaboración de las unidades de albañilería de adobe.

El lugar elegido para la extracción de la muestra fue en el Centro Poblado Virgen De Cocharcas perteneciente al distrito de Sapallanga.

El material para la elaboración de los adobes se extrajo de los mismos terrenos que poseen los pobladores, la mayoría de estos terrenos son utilizados para el cultivo.

**Gráfico 38. Áreas de terreno con material para la elaboración del adobe**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

Se tomó una muestra de aproximadamente 400 kilos de material

**Gráfico 39. Extracción de material para elaboración de adobes**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

### **3.7.1.2. Proceso Elaboración Adobe Tradicional**

#### **- EQUIPOS Y MATERIALES**

- ✓ Lampa y Pico
- ✓ Moldes para elaborar adobe
- ✓ Agua
- ✓ Paja
- ✓ Balanza electrónica

## - PROCEDIMIENTO

- a) Se realizó el retiro de piedras mayores a 5 mm y otros elementos extraños.
- b) Se realizó la mezcla de la tierra con agua hasta formar un barro, revolviendo la mezcla con una lampa.
- c) Se agregó paja a la mezcla y se realizó el amasado pisando la mezcla con los pies, revolviendo la mezcla.
- d) Se mantuvo la mezcla en reposo durante 24 horas para que la mezcla se humedezca totalmente.
- e) Una vez realizado el reposo de la mezcla por 24 horas, se procede a la elaboración de las unidades de albañilería de adobe con los moldes, se tendrá que sumergir los moldes en agua para evitar la adherencia de la mezcla a los moldes.
- f) Se deberá llenar el molde lanzando con fuerza porciones de mezcla. Los moldes para el adobe tienen dimensiones de 20cm x 20cm x 6cm y de 10cm x 10cm x 10cm.
- g) Una vez llena se debe enrasar la mezcla, emparejando la superficie, después realizar el retiro del molde, sobre el terreno que deberá tener una superficie plana.
- h) Dejar secar el adobe protegido del sol por un tiempo de 4 semanas para poder realizar los ensayos respectivos.

**Gráfico 40. Proceso de mezcla de tierra con paja**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Gráfico 41. Proceso de pisado de la mezcla**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Gráfico 42. Proceso de colocación de la mezcla en el molde**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Gráfico 43. Elaboración de unidades de adobe tradicional**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

### 3.7.1.3. Proceso Elaboración Adobe Con Incorporación De Emulsión Asfáltica

#### - EQUIPOS Y MATERIALES

- ✓ Lampa y Pico
- ✓ Moldes para elaborar adobe
- ✓ Emulsión asfáltica de rotura rápida
- ✓ Agua
- ✓ Paja
- ✓ Balanza electrónica
- ✓ Recipientes de aluminio

#### - PROCEDIMIENTO

- a) Se realizó el retiro de piedras mayores a 5 mm y otros elementos extraños.
- b) Se realizó la mezcla de la tierra con agua hasta formar un barro, revolviendo la mezcla con una lampa.
- c) Se agregó paja a la mezcla y también la emulsión asfáltica de rotura rápida; para la mezcla de adobe con 1% de emulsión asfáltica se agregó 559 gr, para la mezcla de adobe con 3% de emulsión asfáltica se agregó 1675 gr y para la mezcla de adobe con 5% de emulsión asfáltica se agregó 2792 gr.

**Tabla 5. Pesos Total para elaboración de adobe tradicional y con emulsión asfáltica.**

PESO TOTAL PARA ELABORACIÓN DE ADOBES TRADICIONAL Y ADOBE CON EMULSION ASFALTICA		
	Peso en tierra (gr)	Peso en emulsión asfáltica(gr)
Unidad de albañilería tradicional	55836.0	-
Emulsión asfáltica (1%)	55837.0	559
Emulsión asfáltica (3%)	55835.0	1675
Emulsión asfáltica (5%)	55834.6	2792
<b>Peso total (gr)</b>	<b>223342.6</b>	<b>5026.0</b>
<b>Peso total (kg)</b>	<b>223.34</b>	<b>5.03</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

- d) Se realizó el amasado pisando la mezcla con los pies, revolviendo la mezcla.
- e) Se mantuvo la mezcla en reposo durante 24 horas para que la mezcla se humedezca totalmente.
- f) Una vez realizado el reposo de la mezcla por 24 horas, se procede a la elaboración de las unidades de albañilería de adobe con los moldes, se tendrá que sumergir los moldes en agua para evitar la adherencia de la mezcla a los moldes.
- g) Se deberá llenar el molde lanzando con fuerza porciones de mezcla. Los moldes para el adobe tienen dimensiones de 20cm x 20cm x 6cm y de 10cm x 10cm x 10cm.
- h) Una vez llena se debe enrasar la mezcla, emparejando la superficie, después realizar el retiro del molde, sobre el terreno que deberá tener una superficie plana.
- i) Dejar secar el adobe protegido del sol por un tiempo de 4 semanas para poder realizar los ensayos respectivos.

**Gráfico 44. Emulsión asfáltica de rotura rápida**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**



**Gráfico 45. Pesado de la emulsión asfáltica**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Gráfico 46. Mezcla con 1% de emulsión asfáltica**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Gráfico 47. Mezcla con 3% de emulsión asfáltica**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**



**Gráfico 48. Mezcla con 5% de emulsión asfáltica**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Gráfico 49. Unidades de adobe tradicional y con incorporación de emulsión asfáltica al 1%,3% y 5%**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

### **3.7.2. Técnicas De Ensayos**

Las pruebas de ensayo fueron ejecutadas para poder determinar y comparar el comportamiento del efecto que pueda ejercer la aplicación de la emulsión asfáltica de rotura rápida en la succión, absorción y resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de adobe

Se dividieron las muestras en dos grupos un grupo donde no se va añadir ningún porcentaje de emulsión (unidad de albañilería tradicional), al otro grupo se le añadirá porcentajes graduales de emulsión de asfáltica al 1%. 3% y 5%.

#### - **Aplicación del asfalto en los ensayos de succión y absorción**

Las pruebas realizadas constituyeron índices que permitieron comprender y comparar el comportamiento de la succión, absorción de las unidades de albañilería, para tal fin se basó en las pruebas de succión y absorción descritas en la NTP 399.613, en esta norma se detalla métodos de muestreo y ensayos en ladrillos de arcilla, en este caso estas pruebas se aplicaron a las unidades de adobe.

Cabe destacar y advertir que estos procedimientos fueron concebidos para ladrillos de arcilla consolidadas por medios físicos en materiales de características muy diferentes a las unidades de adobe. Esto fue debido a que la Norma Técnica Peruana E.080 no especifica procedimientos para el ensayo y muestreo de unidades de adobe para las pruebas citadas, por lo cual tuvimos que adaptar dichos ensayos observando sus alcances y limitaciones en unidades.

#### - **Aplicación del asfalto en los ensayos de resistencia a la compresión**

Se tuvieron que realizar pruebas que nos permitan determinar el efecto que producía la aplicación de la emulsión asfáltica en la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, para este caso se basó en la norma E 080 , que indica que las resistencia mínima promedio deberá ser mayor al valor de 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.

Adicionalmente se efectuaron ensayos de límites de consistencia, granulometría para poder clasificar el tipo de suelo que se está utilizando en la elaboración de las unidades de albañilería.

También se efectuaron ensayos de alabeo y variabilidad dimensional para poder determinar si las muestras sufren cambios físicos durante el proceso de elaboración.

### **3.7.2.1. Ensayo De Granulometría**

#### **- EQUIPOS Y MATERIALES**

- ✓ Espátula
- ✓ Brocha
- ✓ Muestra representativa de suelo
- ✓ Regla de madera
- ✓ Balanza de precisión ( 0.1 gr)
- ✓ Recipientes
- ✓ Tamices (3/4 ,1/2,3/8, 1/4 , N°4, N°10, N°20, N°40,N°60, N°140, N°200)

#### **- PROCEDIMIENTO**

- a) Se realiza la acumulación de la muestra
- b) Se separa la muestra en cuatro partes diametralmente iguales
- c) Se escoge las partes opuestas que tengan características iguales y que sean representativas, a continuación, se elimina los otros dos sobrantes.
- d) Se juntan las partes elegidas para poder realizar el ensayo, la muestra para el ensayo peso 972.9 gr.
- e) Se juntan los tamices necesarios para el ensayo de granulometría, se colocan los tamices en forma decreciente, por tamaño de abertura del tamiz.
- f) Se procede a realizar el tamizado de manera manual, realizándose el pesado del material retenido en cada tamiz.

**Gráfico 50. Muestra para el ensayo de granulometría**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Gráfico 51. Proceso de cuarteo para ensayo de granulometría**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Gráfico 52. Proceso de tamizado**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

- **DATOS OBTENIDOS ENSAYO DE GRANULOMETRIA**

*Tabla 6. Datos ensayo granulometría*

<b>ENSAYO DE GRANULOMETRÍA</b>			
<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO</b>			
<b>Peso de la muestra seca</b>		<b>972.7 gr</b>	
<b>Tamiz</b>	<b>Abertura</b>	<b>Peso Retenido (gr)</b>	<b>% Retenido</b>
3"	75.00	0.00	0.00
2 1/2"	62.00	0.00	0.00
2"	50.00	0.00	0.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00
1"	25.00	0.00	0.00
3/4"	19.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	27.30	2.81
3/8"	9.50	19.40	1.99
1/4"	6.30	38.40	3.95
N°4	4.75	18.90	1.94
N°10	2.00	51.80	5.33
N°20	0.85	47.60	4.89
N°40	0.43	50.10	5.15
N°60	0.25	32.80	3.37
N°140	0.106	41.20	4.24
N°200	0.075	12.30	1.26
FONDO	0.00	632.90	65.07
		<b>972.70</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

3.7.2.2. Límites de consistencia

**A. LIMITES LÍQUIDO**

- **EQUIPOS Y MATERIALES**

- ✓ Espátula
- ✓ Taras
- ✓ Balanza de precisión (0.1 gr)
- ✓ Copa de Casagrande
- ✓ Acanalador
- ✓ Horno regulable a 110 °C

- ✓ Mortero
- ✓ Tamiz N° 40

- **PROCEDIMIENTO**

- a) Se prepara la muestra seca, disgregándola con un mortero, posteriormente realizar el tamizado por la malla N°40, el material pasante deberá pesar aproximadamente 250 gr.
- b) La muestra pasante de la malla N° 40 se coloca en un recipiente a continuación añadir cantidades de agua de modo que la muestra se encuentre húmeda.
- c) Mezclar con la ayuda de la espátula hasta conseguir una masa de color uniforme y homogéneo.
- d) Colocar una cantidad de la masa en la parte central de la copa de Casagrande y nivelar la superficie.
- e) Pasar el acanalador por el centro para dividir en dos partes la masa.
- f) Se gira la manivela de la copa de Casagrande a una velocidad de dos golpes pro 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).
- g) Registrar la cantidad de golpes que fueron necesarios para cerrar la ranura y luego tomar una muestra de suelo del ancho de la espátula, para la determinación del contenido de humedad.
- h) Este proceso se repite con tres muestras añadiendo más agua para obtener un número menor de golpes para cerrar la ranura.

- **DATOS OBTENIDOS**

Tabla 7. Datos ensayo límite líquido

<b>ENSAYO LIMITE LIQUIDO</b>				
<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO</b>				
<b>Golpes</b>	40	33	26	19
Tara (gr)	44.48	40.03	43.64	50.3
Tara + Muestra Húmeda	68.53	71.65	80.93	86.1
Tara + Muestra Seca	60.32	60.66	67.73	73.2
Peso del agua	8.21	10.99	13.20	12.96
Peso Seco	15.84	20.63	24.09	22.89
Humedad %	51.83	53.27	54.79	56.62

Fuente: Elaboración Propia

**B. Limite Plástico**

- **EQUIPOS Y MATERIALES**

- ✓ Taras
- ✓ Placa de vidrio
- ✓ Balanza de precisión (0.1 gr)
- ✓ Horno regulable a 110 °C
- ✓ Espátula de acero inoxidable
- ✓ Tamiz N° 40
- ✓ Mortero
- ✓ Probeta

- **PROCEDIMIENTO**

- a) Se toman material que se utilizó en el ensayo de limite líquido, 20 gr de muestra.
- b) Se amasa la muestra hasta que se pueda formar una esfera
- c) A continuación, rodar la muestra sobre la superficie lisa, haciendo presión con los dedos, formando un rollito.
- d) Si antes de llegar el rollito a un diámetro de 3.2 mm no se ha desmoronado, se vuelve a hacer una esfera y se vuelve a repetir el proceso, hasta que se desmorone en varias partes.

- e) Obtenida las porciones se coloca en un recipiente de peso conocido, se pesa y se coloca en el horno para poder determinar el contenido de humedad.
- f) A continuación, se realiza el mismo proceso tomando como muestra otra cantidad de suelo
- g) El límite plástico es el promedio de ambos contenidos de humedad.

**- DATOS OBTENIDOS**

*Tabla 8. Datos ensayo límite plástico*

<b>ENSAYO LIMITE PLASTICO</b>		
<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO</b>		
Tara (gr)	22.28	21.35
Tara + Muestra Húmeda	36.64	41.21
Tara + Muestra Seca	33.82	37.32
Peso del agua	2.82	3.89
Peso Seco	11.54	15.97
Humedad %	24.44	24.36

**Fuente: Elaboración Propia**

**3.7.2. 3. Ensayo De Succión**

El ensayo se basa en la NTP 399.613 y tiene por objetivo obtener el índice de absorción temprana de la muestra ensayada, también se puede decir que se busca determinar la cantidad de agua que la unidad de adobe puede absorber en un periodo de 1 min ± 1.

**- EQUIPOS Y MATERIALES**

- ✓ Bandeja metálica
- ✓ Agua
- ✓ Balanza de precisión (0.1 gr)



- ✓ Soporte para ladrillo (dos barras de acero de espesor aproximado 6 mm)
- ✓ Cronometro
- ✓ Muestras de adobe tradicional y adobe con incorporación de emulsión asfáltica al 1%, 3% y 5%.

- **PROCEDIMIENTO**

a) Como procedimiento inicial las unidades deberán estar con un secado uniforme de modo que no contengan humedad natural contenida en las unidades de adobe con el único fin de que los resultados estén determinados únicamente por el agua absorbida de la bandeja.



**Gráfico 55. Muestra 3% emulsión  
asfáltica - Succión**



**-FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Gráfico 56. Muestra 5% emulsión  
asfáltica – succión**



**-FUENTE: ELABORACION PROPIA**

- b) Se procedió a medir las dimensiones de las muestras para determinar el área que estará en contacto con el agua, que corresponde en este caso a una sección rectangular.
- c) Luego se procedió al pesado de las muestras en una balanza electrónica con una aproximación de 0.1 gr para registrar el peso seco del espécimen.

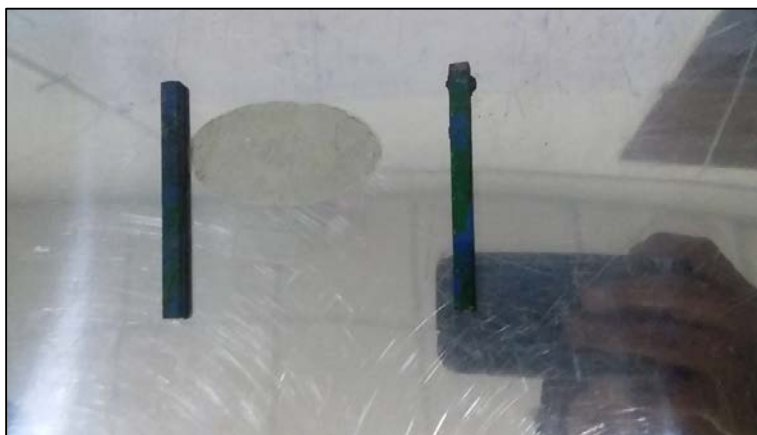
**Gráfico 57. Pesado de muestras ensayo succión antes del ensayo**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

- d) Esta prueba se realizó siguiendo las especificaciones indicadas en la NTP 399.613, donde se seleccionaron 20 unidades enteras, donde corresponden para el adobe tradicional (5 unidades), para el adobe con incorporación de emulsión asfáltica al 1%, 3% y 5% (5 unidades cada uno)
- e) Los aparatos que se utilizaron en esta prueba consistieron en una bandeja para poder contener el agua y unos soportes para las muestras. La dimensión en profundidad de la bandeja no fue menor de 25 mm, con una base plana.
- f) Se colocaron también dos soportes de acero no corrosible de 8 cm de largo con una sección cuadrada de 6 mm de lado, cuya finalidad fue evitar el contacto de las muestras con el fondo de la bandeja.

**Grafico 58. Soportes de acero**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

- g) Se colocó la bandeja de modo que este bien nivelado colocándose a continuación los soportes metálicos. Se agregó agua hasta que el nivel de la misma sea de  $3\text{mm} \pm 0.25\text{ mm}$  sobre los soportes.
- h) A continuación, se colocó la muestra sobre los soportes mediante un periodo de contacto el cual fue de  $1\text{ min} \pm 1\text{ s}$ .

**Gráfico 59. Colocado de muestras para ensayo de succion**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Gráfico 54. Prueba de succión (1 min)**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

- i) Luego se retiró la muestra y se secó el agua superficial con un paño húmedo para volver a pesar la muestra, obteniendo el peso final de la muestra el cual incluye el peso del agua absorbida en un tiempo de un minuto, el secado del agua superficial se realizó después de 10 segundos siguientes de retirado la muestra y se pesó dentro de los siguientes 2 minutos.

**Gráfico 55. Secado de la muestra**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Gráfico 56. Peso de la unidad después del ensayo de succión



FUENTE: ELABORACION PROPIA

- TOMA DE DATOS

C. SUCCIÓN – UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE ADOBE TRADICIONAL

Tabla 9. Datos ensayo Succión – Adobe tradicional

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES					
FACULTAD DE INGENIERIA					
RESPONSABLE	JULIO CESAR AURIS ROMERO				
LUGAR	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO				
ENSAYO	SUCCION				
SUCCION - ADOBE TRADICIONAL					
MUESTRA	LARGO	ANCHO	PESO SECO (gr)	Tiempo Succión (min)	Peso Con Agua Absorbida (gr)
	(mm)	(mm)			
M1	202.48	202.68	4552.1	1	4623.7
M2	204.35	203.35	4750.7	1	4819.3
M3	203.34	202.46	4609.1	1	4672.0
M4	202.55	200.75	4571.8	1	4636.5
M5	201.75	202.48	4580.8	1	4654.4

Fuente: Elaboración Propia

### D. SUCCIÓN - ADOBE CON 1% EMULSIÓN ASFÁLTICA

Tabla 9. Datos ensayo Succión – Adobe 1% emulsión asfáltica

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES					
FACULTAD DE INGENIERIA					
RESPONSABLE	JULIO CESAR AURIS ROMERO				
LUGAR	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO				
ENSAYO	SUCCION				
SUCCION - ADOBE CON 1% EMULSION ASFALTICA					
MUESTRA	LARGO	ANCHO	PESO SECO (gr)	Tiempo Succión (min)	Peso Con Agua Absorbida (gr)
	(mm)	(mm)			
M1	202.33	202.93	4633.7	1	4654.9
M2	202.78	202.99	4435.6	1	4460.1
M3	202.77	201.89	4591.2	1	4615.9
M4	203.72	203.87	4626.2	1	4649.6
M5	203.63	203.67	4598.3	1	4623.0

Fuente: Elaboración Propia

### E. SUCCIÓN - ADOBE CON 3% EMULSIÓN ASFÁLTICA

Tabla 10. Datos ensayo Succión – Adobe 3% emulsión asfáltica

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES					
FACULTAD DE INGENIERIA					
RESPONSABLE	JULIO CESAR AURIS ROMERO				
LUGAR	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO				
ENSAYO	SUCCION				
SUCCION - ADOBE CON 3% EMULSION ASFALTICA					
MUESTRA	LARGO	ANCHO	PESO SECO (gr)	Tiempo Succión (min)	Peso Con Agua Absorbida (gr)
	(mm)	(mm)			
M1	202.90	203.39	4630.9	1	4642.8
M2	204.08	204.57	4655.1	1	4667.1
M3	202.88	203.48	4526.8	1	4536.0
M4	203.06	202.71	4482.7	1	4494.2
M5	202.58	202.14	4714.2	1	4724.7

Fuente: Elaboración Propia

## F. SUCCIÓN - ADOBE CON 5% EMULSIÓN ASFÁLTICA

Tabla 12. Datos ensayo Succión – Adobe 5% emulsión asfáltica

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES					
FACULTAD DE INGENIERIA					
RESPONSABLE	JULIO CESAR AURIS ROMERO				
LUGAR	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO				
ENSAYO	SUCCION				
SUCCION - ADOBE CON 5% EMULSION ASFALTICA					
MUESTRA	LARGO	ANCHO	PESO SECO	Tiempo Succion	Peso Con Agua
	(mm)	(mm)	(gr)	(min)	Absorbida (gr)
M1	201.09	201.49	4434.9	1	4438.0
M2	201.45	201.65	4416.0	1	4420.5
M3	201.56	201.61	4463.8	1	4468.7
M4	202.23	201.90	4440.9	1	4444.8
M5	202.82	201.66	4495.4	1	4499.5
PROMEDIO					

Fuente: Elaboración Propia

### 3.7.2. 4. Ensayo De Absorción

El ensayo de absorción se basó en la NTP 399.613 , con el cual podemos determinar la capacidad de absorción de las muestras a ser ensayadas cuando alcanzan un estado de saturación , se puede decir que se obtuvo resultados que indicaron la capacidad de absorción de agua , por un periodo de 24 horas siendo la muestra totalmente sumergida.

#### - EQUIPOS Y MATERIALES

- ✓ Recipientes para las muestras
- ✓ Agua
- ✓ Probeta graduada
- ✓ Paños
- ✓ Balanza de precisión (0.1 gr)
- ✓ Muestras de adobe tradicional y adobe con incorporación de emulsión asfáltica al 1%, 3% y 5%.

#### - PROCEDIMIENTO

- a) Como procedimiento inicial las unidades deberán estar con un secado uniforme de modo que no contengan humedad natural contenida en las unidades de adobe

**Gráfico 57. Muestras preparadas para ensayo de absorción**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

- b) Previamente las muestras fueron pesadas para poder determinar su peso normal, se realizó el pesado de las muestras con una aproximación de  $\pm 0.1$  gr.

**Gráfico 64. Peso de las muestras – ensayo de absorción**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

- c) Se sumergieron las muestras en agua potable limpia por un periodo de 24 horas, a cada uno de los recipientes se tuvo que agregar un volumen de 6 litros de agua, para ello se realizó



tomar una cantidad exacta de agua mediante una probeta graduada de 500 ml.

**Gráfico 65. Ensayo de absorción – unidad de albañilería de adobe tradicional**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Gráfico 66. Ensayo de absorción – unidades de adobe con 1% emulsión asfáltica**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Gráfico 67. Ensayo de absorción – unidades de adobe con 3% emulsión asfáltica**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Gráfico 68. Ensayo de absorción – unidades de adobe con 5% emulsión asfáltica**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

- d) Pasado el lapso se retiró la muestra, se tuvieron que limpiar el agua superficial con un paño. Se pesaron las muestras después de cinco minutos después de haberse retirado del agua, se realizó el pesado con una aproximación de  $\pm 0.1$  gr.

**Gráfico 69. Peso de las muestras después del ensayo de absorción**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

- e) La norma NTP 399.613 requiere que esta prueba se realice con medias unidades de muestra para la prueba, pero realizar este requerimiento se tornó imposible ya que al intentar dividir las muestras se desintegraron, no pudiéndose continuar con el procedimiento, por lo que se realizó el ensayo con unidades enteras.
- f) Posteriormente se realizaron los cálculos por cada muestra con la siguiente expresión:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{(W_s - W_d)}{W_d} \times 100$$

Donde:

**W<sub>d</sub>** = Peso seco de la muestra

**W<sub>s</sub>** = Peso del espécimen saturado, después de haberse sumergido completamente en agua por un periodo de 24 horas.

- TOMA DE DATOS

**G. ABSORCIÓN – UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE ADOBE TRADICIONAL**

Tabla 13. Datos ensayo Absorción – Adobe Tradicional

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES		
FACULTAD DE INGENIERIA		
RESPONSABLE	JULIO CESAR AURIS ROMERO	
LUGAR	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO	
ENSAYO	ABSORCION	
ABSORCION - ADOBE TRADICIONAL		
MUESTRA	Peso Seco (gr)	Peso Con Agua Absorbida (gr)
M1	4528.9	-
M2	4540.9	-
M3	4676.8	-
M4	4734.8	-
M5	4527.7	-
OBSERVACION	No se pudieron tomar el peso de la muestra después del ensayo, ya que hubo desintegración de las muestras.	

Fuente: Elaboración Propia

**H. ABSORCION – UNIDADES DE ADOBE CON 1% EMULSION ASFALTICA**

Tabla 14. Datos ensayo Absorción – Adobe Con 1% emulsión asfáltica

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES		
FACULTAD DE INGENIERIA		
RESPONSABLE	JULIO CESAR AURIS ROMERO	
LUGAR	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO	
ENSAYO	ABSORCION	
ABSORCION - ADOBE CON 1% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA		
MUESTRA	Peso Seco (gr)	Peso Con Agua Absorbida (gr)
M1	4687.4	5422.4
M2	4694.8	5402.2
M3	4714.4	5476.2
M4	4582.6	5289.4
M5	4561.5	5321.6

Fuente: Elaboración Propia

**I. ABSORCION – UNIDADES DE ADOBE CON 3% EMULSION ASFALTICA**

**Tabla 15. Datos ensayo Absorción – Adobe Con 3% emulsión asfáltica**

<b>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b>		
<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>		
<b>RESPONSABLE</b>	<b>JULIO CESAR AURIS ROMERO</b>	
<b>LUGAR</b>	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO</b>	
<b>ENSAYO</b>	<b>ABSORCION</b>	
<b>ABSORCION - ADOBE CON 3% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA</b>		
<b>MUESTRA</b>	<b>Peso Seco (gr)</b>	<b>Peso Con Agua Absorbida (gr)</b>
<b>M1</b>	4589.3	5222.8
<b>M2</b>	4602.0	5257.4
<b>M3</b>	4564.6	5206.2
<b>M4</b>	4637.6	5293.2
<b>M5</b>	4575.1	5229.0

**Fuente: Elaboración Propia**

**J. ABSORCION – UNIDADES DE ADOBE CON 5% EMULSION ASFALTICA**

**Tabla 16. Datos ensayo Absorción – Adobe Con 5% emulsión asfáltica**

<b>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b>		
<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>		
<b>RESPONSABLE</b>	<b>JULIO CESAR AURIS ROMERO</b>	
<b>LUGAR</b>	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO</b>	
<b>ENSAYO</b>	<b>ABSORCION</b>	
<b>ABSORCION - ADOBE CON 5% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA</b>		
<b>MUESTRA</b>	<b>Peso Seco (gr)</b>	<b>Peso Con Agua Absorbida (gr)</b>
<b>M1</b>	4337.0	4799.9
<b>M2</b>	4509.5	4981.9
<b>M3</b>	4438.8	4923.1
<b>M4</b>	4355.2	4833.3
<b>M5</b>	4696.3	5178.6

**Fuente: Elaboración Propia**

### 3.7.2. 5. Ensayo De Resistencia A La Compresión

#### - EQUIPOS Y MATERIALES

- ✓ Máquina de resistencia a la compresión
- ✓ Muestras de adobe tradicional y adobe con incorporación de emulsión asfáltica al 1%, 3% y 5%.
- ✓ Vernier digital
- ✓ Azufre
- ✓ Material de la misma muestra que pase por el tamiz N° 40

#### - PROCEDIMIENTO

- a) Se tomarán las medias de las áreas que estarán en contacto con la máquina de ensayo a la compresión, con la ayuda del vernier metálico.

**Gráfico 58. Muestras para ensayo resistencia a la compresión**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

- b) Antes de realizar el ensayo de resistencia a la compresión se tuvo que realizar el refrentado a todas las muestras, utilizándose una mezcla de 60% de azufre y 40% de material que pasa el tamiz normalizado N°100 (150  $\mu\text{m}$ ).

**Gráfico 59. Tamizado de material por la malla N° 100**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

- c) La mezcla se calentó la mezcla en un recipiente, hasta que la mezcla adquiriera una consistencia fluida, se agregó la mezcla a un refrentador con una profundidad de 6 mm de profundidad, inmediatamente se coloca la superficie de la muestra a ser cubierta, de tal modo que el eje vertical quede en ángulo recto con la superficie de la muestra a ser cubierta. La muestra deberá reposar mínimo dos horas antes de realizar el ensayo a compresión.

**Gráfico 60. Refrentado de la superficie de muestra**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

- d) El refrentado se realizó para ambas caras que estarán en contacto con la máquina de ensayo a la compresión, las dimensiones de las muestras de adobe son de 10cm x 10cm

x10 cm, de acuerdo a la norma E 080 (Diseño y construcción con tierra reforzada).

**Gráfico 61. Refrentado de la superficie de muestra**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

- e) Se colocó las muestras a la máquina de ensayo a compresión y se realizó la prueba de resistencia a la compresión a todas las muestras.

**Gráfico 74. Colocado de muestra en la maquina**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Gráfico 75. Muestra después de someterse al ensayo**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**- TOMA DE DATOS**  
**K. ENSAYO DE ROTURA – UNIDAD DE ALBAÑILERIA DE ADOBE TRADICIONAL**

**Tabla 17. Medición de área – Unidades de Adobe tradicional**

<b>TOMA DE MEDIDAS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION</b>							
<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO</b>							
<b>ADOBE TRADICIONAL</b>							
<b>MUESTRA</b>	<b>CARA SUPERIOR</b>		<b>CARA INFERIOR</b>		<b>AREA CARA SUPERIOR</b>	<b>AREA CARA INFERIOR</b>	<b>PROMEDIO AREA (cm<sup>2</sup>)</b>
	<b>LARGO</b>	<b>ANCHO</b>	<b>LARGO</b>	<b>ANCHO</b>			
M1	101.95	104.91	101.86	104.47	106.95	106.42	<b>106.68</b>
M2	103.14	104.59	101.76	105.09	107.87	106.94	<b>107.41</b>
M3	102.53	106.89	104.29	106.42	109.59	110.98	<b>110.28</b>
M4	101.97	105.36	107.11	105.12	107.43	112.59	<b>110.01</b>
M5	106.39	105.64	102.62	105.84	112.39	108.61	<b>110.50</b>

**Fuente: Elaboración Propia**



Tabla 18. Toma de datos ensayo resistencia a la compresión – Unidades de Adobe tradicional

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION			
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO			
ADOBE TRADICIONAL			
MUESTRA	AREA (CM2)	CARGA MAXIMA (KN)	edad (dias)
M1	106.68	17.51	28
M2	107.41	17.45	28
M3	110.28	15.74	28
M4	110.01	18.06	28
M5	110.50	23.27	28

Fuente: Elaboración Propia

## L. ENSAYO DE ROTURA – UNIDADES DE ADOBE CON 1% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

Tabla 19. Medición de área –Unidades de adobe con 1% de emulsión asfáltica

TOMA DE MEDIDAS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION							
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO							
ADOBE CON 1% DE EMULSION ASFÁLTICA							
MUESTRA N°	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR		AREA CARA SUPERIOR	AREA CARA INFERIOR	PROMEDIO AREA (cm2)
	LARGO	ANCHO	LARGO	ANCHO			
M1	102.88	105.55	104.82	105.39	108.59	110.47	109.53
M2	102.84	105.84	105.22	105.28	108.84	110.77	109.80
M3	106.88	104.98	104.28	103.58	112.20	108.01	110.11
M4	108.18	103.85	106.58	104.23	112.35	111.08	111.71
M5	105.78	105.11	105.92	104.82	111.18	111.03	111.10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11. Toma de datos ensayo resistencia a la compresión – unidades de Adobe con 1% emulsión asfáltica.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION			
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO			
ADOBE CON 1% DE EMULSION ASFÁLTICA			
MUESTRA	AREA (CM2)	CARGA MAXIMA (KN)	EDAD (días)
M1	109.53	24.91	28
M2	109.80	25.08	28
M3	110.11	27.16	28
M4	111.71	24.16	28
M5	111.10	21.84	28

Fuente: Elaboración Propia

**M. ENSAYO DE ROTURA – UNIDADES DE ADOBE CON 3% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA**

**Tabla 12. Medición de área – unidades de adobe con 3% de emulsión asfáltica**

TOMA DE MEDIDAS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION							
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO							
ADOBE CON 3% DE EMULSION ASFÁLTICA							
MUESTRA	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR		AREA CARA SUPERIOR	AREA CARA INFERIOR	PROMEDIO AREA (cm2)
N°	LARGO	ANCHO	LARGO	ANCHO			
M1	106.01	105.00	104.23	105.45	111.31	109.90	110.61
M2	99.89	105.68	103.42	106.04	105.56	109.66	107.61
M3	102.90	105.45	103.50	105.54	108.50	109.23	108.87
M4	102.69	104.24	101.75	104.08	107.04	105.90	106.47
M5	103.76	104.96	105.07	104.17	108.91	109.44	109.18

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 22. Toma de datos ensayo resistencia a la compresión – Unidades de adobe con 3% emulsión asfáltica**

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION			
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO			
ADOBE CON 3% DE EMULSION ASFÁLTICA			
MUESTRA	AREA (CM2)	CARGA MAXIMA (KN)	EDAD (días)
M1	110.61	25.47	28
M2	107.61	22.60	28
M3	108.87	21.18	28
M4	106.47	20.24	28
M5	109.18	22.08	28

Fuente: Elaboración Propia

**N. ENSAYO DE ROTURA – UNIDADES DE ADOBE CON 5% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA**

**Tabla 23. Medición de área – unidades de adobe con 5% de emulsión asfáltica**

TOMA DE MEDIDAS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION							
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO							
ADOBE CON 5% DE EMULSION ASFÁLTICA							
MUESTRA	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR		AREA CARA SUPERIOR	AREA CARA INFERIOR	PROMEDIO AREA (cm2)
N°	LARGO	ANCHO	LARGO	ANCHO			
M1	104.60	103.99	100.19	103.65	108.78	103.84	106.31
M2	101.75	104.13	101.62	103.92	105.95	105.60	105.77
M3	100.54	105.11	104.44	103.77	105.67	108.38	107.03
M4	104.33	103.69	102.85	104.55	108.18	107.53	107.85
M5	103.53	104.61	101.64	105.15	108.30	106.87	107.59

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 24. Toma de datos ensayo resistencia a la compresión – unidades de adobe con 5% emulsión asfáltica**

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION			
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO			
ADOBE CON 5% DE EMULSION ASFÁLTICA			
MUESTRA	AREA (CM2)	CARGA MAXIMA (KN)	EDAD (días)
M1	106.31	31.32	28
M2	105.77	28.74	28
M3	107.03	29.21	28
M4	107.85	23.40	28
M5	107.59	31.87	28

Fuente: Elaboración Propia

### 3.8. TÉCNICA Y ANÁLISIS DE DATOS

#### 3.8.1. Ensayo De Granulometría

- Mediante este ensayo se determina cuantitativamente la distribución de tamaños de las partículas del suelo.
- Obteniéndose los pesos retenidos por cada tamiz, se calcula el porcentaje de peso retenido por cada tamiz y también el porcentaje de peso retenido acumulado.
- Se procede a calcular el porcentaje de material que pasa por cada tamiz el cual se usara para poder determinar la curva granulométrica.
- Por último, se determina el tipo de material que representa nuestra muestra ensayada según el sistema de clasificación AASHTO.

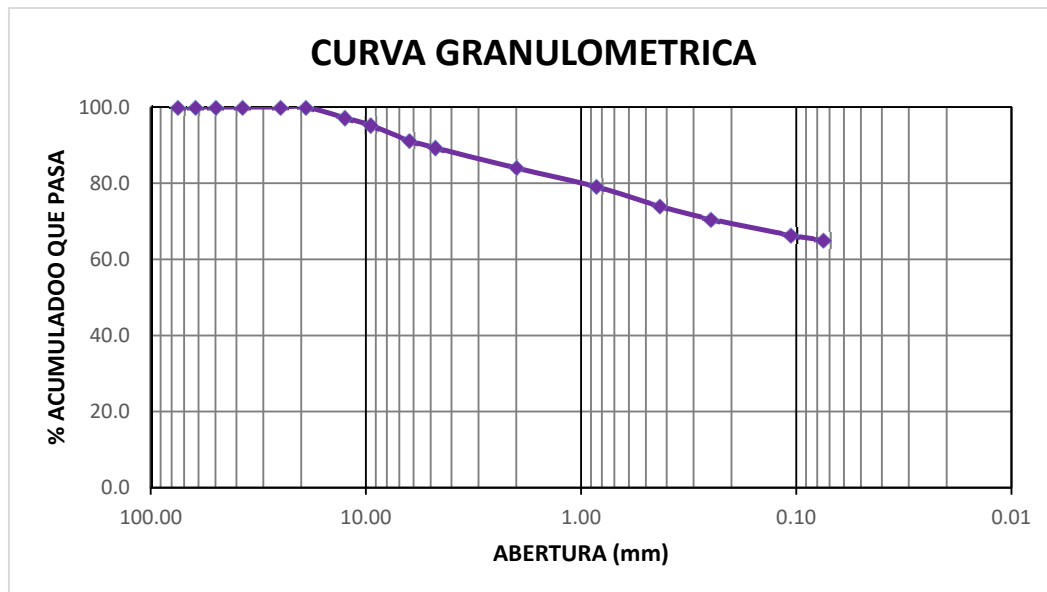
**Tabla 25. Análisis de datos - Granulometría**

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA					
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO					
Peso de la muestra seca			972.7 gr		
Tamiz	Abertura	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% De Peso Retenido Acumulado	% Pasa
3"	75.00	0.00	0.00	0.0	100.0
2 1/2"	62.00	0.00	0.00	0.0	100.0

2"	50.00	0.00	0.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.00	0.00	0.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	27.30	2.81	2.8	97.2
3/8"	9.50	19.40	1.99	4.8	95.2
1/4"	6.30	38.40	3.95	8.7	91.3
N°4	4.75	18.90	1.94	10.7	89.3
N°10	2.00	51.80	5.33	16.0	84.0
N°20	0.85	47.60	4.89	20.9	79.1
N°40	0.43	50.10	5.15	26.1	73.9
N°60	0.25	32.80	3.37	29.4	70.6
N°140	0.106	41.20	4.24	33.7	66.3
N°200	0.075	12.30	1.26	34.9	65.1
<b>FONDO</b>		632.90	65.07	100.0	0.0
<b>TOTAL</b>		<b>972.70</b>	<b>100.00</b>		

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 62. Curva Granulométrica



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 26. Clasificación Aashto**

Clasificación	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)							Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)				
	A-1		A-3	A-2-4				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7.5 A-7.6	
Grupo:	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7					
Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm) N° 40 (0,425mm) N° 200 (0,075mm)	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	- 51 mín 10 máx	- -	- -	- -	35 máx	- -	- -	- -	- -	- -
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40 Límite líquido Índice de plasticidad	-		-	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín 11 mín	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín (2) 11 mín	
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa			Suelos limosos	Suelos arcillosos				
Características como subgrado	Excelente a bueno							Pobre a malo				
(1):	No plástico											
(2):	El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30 El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30											

Fuente: Ashto

**Tabla 27. Clasificación Sucs**

<b>SUELOS DE GRANO FINO</b> Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	<b>Limos y arcillas:</b> Límite líquido menor de 50	<b>ML</b>	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.
		<b>CL</b>	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.
		<b>OL</b>	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.
	<b>Limos y arcillas:</b> Límite líquido mayor de 50	<b>MH</b>	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.
		<b>CH</b>	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.
		<b>OH</b>	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.
<b>Suelos muy orgánicos</b>	<b>PT</b>	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.	

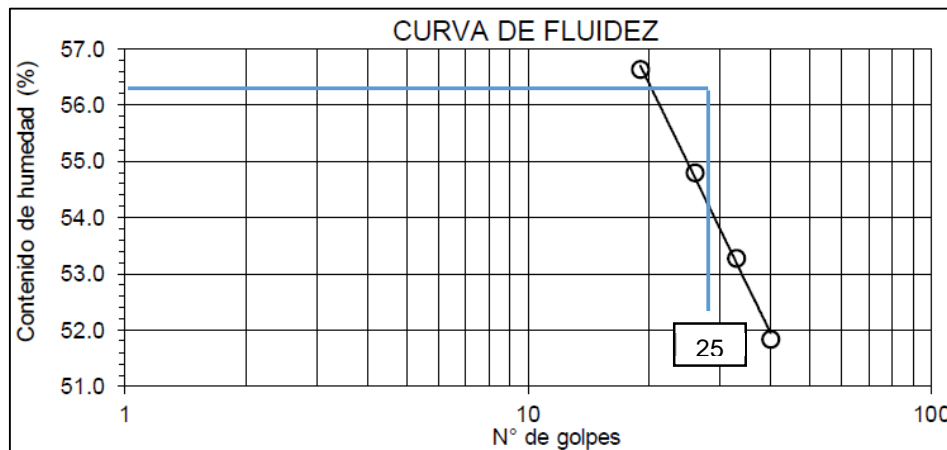
Fuente: Elaboración Propia

- De acuerdo a las tablas anteriores se puede determinar que el tipo de clasificación AASHTO de la muestra ensayada corresponde a un suelo A-7-6 , que corresponde a un suelo arcilloso
- De acuerdo a las tablas anteriores se puede determinar que el tipo de clasificación según SUCS de la muestra ensayada corresponde a un suelo de grano fino tipo CH, que corresponde a un suelo inorgánico de plasticidad alta.

### 3.8.2. Límites De Consistencia

- Con los datos obtenidos para el límite líquido y el límite plástico se calcula los valores de los límites, también se calcula el índice de plasticidad.
- Para el límite líquido, se pasó hallar el valor de la humedad para cada número de golpes con que fue ensayada cada muestra, se determina el contenido de humedad a 25 golpes, el cual será el límite líquido obtenido.
- Para el límite plástico se determina el contenido de humedad de las dos pruebas que se realizaron, obteniéndose como resultado final para la humedad, el promedio de los dos ensayos.
- Determinándose el valor del límite líquido y límite plástico se procede a calcular el índice de plasticidad.

**Gráfico 63. Curva de fluidez - limite líquido**



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 28. Calculo Índice de Plasticidad**

LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
Nº GOLPES	Humedad (%)	MUESTRAS	Humedad (%)
40	51.83	1	24.44
33	53.27	2	24.36
26	54.79		
19	56.62		
		<b>PROMEDIO</b>	<b>24.40</b>
<b>25</b>	<b>54.94</b>		
		<b>INDICE PLASTICIDAD (%)</b>	
		<b>30.54</b>	

Fuente: Elaboración Propia

### 3.8.3. Ensayo De Succión

- Con los datos obtenidos se calculó el peso de la muestra con el agua absorbida durante un minuto.
- Se procedió a calcular la cantidad de succión en gramos que es la diferencia de peso entre el peso final y peso inicial, obteniéndose el peso del agua absorbida por la muestra.
- El área de la superficie en contacto con el agua sobrepaso en  $\pm 2.5\%$  de  $200\text{ cm}^2$ , se corrigió el peso mediante la siguiente ecuación, con aproximación de  $0.1\text{ g}$ .

$$S = \frac{200W}{LB}$$

Donde:

- S : Diferencia de pesos corregida, sobre la base de  $200\text{ cm}^2$   
W : Diferencia de pesos del espécimen  
L : Longitud del espécimen  
B : Ancho del espécimen

**Tabla 29. Calculo Succión unidad de albañilería de adobe tradicional**

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES							
FACULTAD DE INGENIERIA							
RESPONSABLE	JULIO CESAR AURIS ROMERO						
LUGAR	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO						
ENSAYO	SUCCION						
SUCCION – UNIDADES DE ADOBE TRADICIONAL							
MUESTRA	LARGO	ANCHO	Area (cm2)	PESO SECO (gr)	Tiempo Succion (min)	Peso Con Agua Absorbida (gr)	Succión (gr/min./200 cm2)
	(mm)	(mm)					
M1	202.48	202.68	410.39	4552.1	1	4623.7	34.89
M2	204.35	203.35	415.55	4750.7	1	4819.3	33.02
M3	203.34	202.46	411.68	4609.1	1	4672.0	30.56
M4	202.55	200.75	406.62	4571.8	1	4636.5	31.82
M5	201.75	202.48	408.50	4580.8	1	4654.4	36.03
PROMEDIO	202.89	202.35	410.55	4612.90		4681.18	33.27

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 30. Calculo succión adobe con 1% de emulsión asfáltica.**

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES							
FACULTAD DE INGENIERIA							
RESPONSABLE	JULIO CESAR AURIS ROMERO						
LUGAR	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO						
ENSAYO	SUCCION						
SUCCION - ADOBE CON 1% EMULSION ASFALTICA							
MUESTRA	LARGO	ANCHO	Area (cm2)	PESO SECO (gr)	Tiempo Succion (min)	Peso Con Agua Absorbida (gr)	Succión (gr/min./200 cm2)
	(mm)	(mm)					
M1	202.33	202.93	410.57	4633.7	1	4654.9	10.33
M2	202.78	202.99	411.62	4435.6	1	4460.1	11.90
M3	202.77	201.89	409.39	4591.2	1	4615.9	12.07
M4	203.72	203.87	415.33	4626.2	1	4649.6	11.27
M5	203.63	203.67	414.74	4598.3	1	4623.0	11.91
PROMEDIO	203.05	203.07	412.33	4577.00		4600.70	11.50

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 31 Calculo Succión adobe con 3% de emulsión asfáltica

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES							
FACULTAD DE INGENIERIA							
RESPONSABLE	JULIO CESAR AURIS ROMERO						
LUGAR	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO						
ENSAYO	SUCCION						
SUCCION - ADOBE CON 3% EMULSION ASFALTICA							
MUESTRA	LARGO	ANCHO	Area (cm2)	PESO SECO (gr)	Tiempo Succion (min)	Peso Con Agua Absorbida (gr)	Succión (gr/min./200 cm2)
	(mm)	(mm)					
M1	202.90	203.39	412.68	4630.9	1	4642.8	5.77
M2	204.08	204.57	417.47	4655.1	1	4667.1	5.75
M3	202.88	203.48	412.82	4526.8	1	4536.0	4.46
M4	203.06	202.71	411.63	4482.7	1	4494.2	5.59
M5	202.58	202.14	409.50	4714.2	1	4724.7	5.13
PROMEDIO	203.10	203.26	412.82	4601.94		4612.96	5.34

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32. Calculo Succión adobe con 5% de emulsión asfáltica

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES							
FACULTAD DE INGENIERIA							
RESPONSABLE	JULIO CESAR AURIS ROMERO						
LUGAR	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO						
ENSAYO	SUCCION						
SUCCION - ADOBE CON 5% EMULSION ASFALTICA							
MUESTRA	LARGO	ANCHO	Area (cm2)	PESO SECO (gr)	Tiempo Succion (min)	Peso Con Agua Absorbida (gr)	Succión (gr/min./200 cm2)
	(mm)	(mm)					
M1	201.09	201.49	405.18	4434.9	1	4438.0	1.53
M2	201.45	201.65	406.21	4416.0	1	4420.5	2.22
M3	201.56	201.61	406.37	4463.8	1	4468.7	2.41
M4	202.23	201.90	408.31	4440.9	1	4444.8	1.91
M5	202.82	201.66	408.99	4495.4	1	4499.5	2.00
PROMEDIO	201.83	201.66	407.01	4450.20		4454.30	2.01

Fuente: Elaboración Propia

### 3.8.4. Ensayo De Absorción

- Con los datos obtenidos se procedió a calcular el porcentaje de absorción para cada muestra, también se halló el promedio de absorción de las muestras ensayadas.
- El porcentaje de absorción se determinó mediante la ecuación:

$$\text{Absorción \%} = \frac{100(W_s - W_d)}{W_d}$$

Donde:

$W_s$  : Peso seco de la muestra  
 $W_d$  : Peso saturado de la muestra, después de la sumersión en agua fría por tiempo de 24 horas

**Tabla 33. Calculo absorción unidades de albañilería de adobe tradicional**

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES				
FACULTAD DE INGENIERIA				
RESPONSABLE	JULIO CESAR AURIS ROMERO			
LUGAR	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO			
ENSAYO	ABSORCION			
ABSORCION - ADOBE TRADICIONAL				
MUESTRA	Peso Seco (gr)	Peso Con Agua Absorbida (gr)	Peso del agua (gr)	% Absorción
M1	4528.9			
M2	4540.9			
M3	4676.8			
M4	4734.8			
M5	4527.7			
PROMEDIO				
OBSERVACION	No se pudieron tomar el peso de la muestra después del ensayo, ya que hubo desintegración de las muestras.			

**Fuente: Elaboración Propia**

Tabla 34. Calculo absorción adobe con 1% de emulsión asfáltica

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES				
FACULTAD DE INGENIERIA				
RESPONSABLE	JULIO CESAR AURIS ROMERO			
LUGAR	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO			
ENSAYO	ABSORCION			
ABSORCION - ADOBE CON 1% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA				
MUESTRA	Peso Seco (gr)	Peso Con Agua Absorbida (gr)	Peso del agua (gr)	% Absorción
M1	4687.4	5422.4	735.0	15.68
M2	4694.8	5402.2	707.4	15.07
M3	4714.4	5476.2	761.8	16.16
M4	4582.6	5289.4	706.8	15.42
M5	4561.5	5321.6	760.1	16.66
<b>PROMEDIO</b>				<b>15.80</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35. Calculo absorción adobe con 3% de emulsión asfáltica

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES				
FACULTAD DE INGENIERIA				
RESPONSABLE	JULIO CESAR AURIS ROMERO			
LUGAR	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO			
ENSAYO	ABSORCION			
ABSORCION - ADOBE CON 3% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA				
MUESTRA	Peso Seco (gr)	Peso Con Agua Absorbida (gr)	Peso del agua (gr)	% Absorción
M1	4589.3	5222.8	633.5	13.80
M2	4602.0	5257.4	655.4	14.24
M3	4564.6	5206.2	641.6	14.06
M4	4637.6	5293.2	655.6	14.14
M5	4575.1	5229.0	653.9	14.29
<b>PROMEDIO</b>				<b>14.11</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 36. Calculo absorción adobe con 5% de emulsión asfáltica

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES				
FACULTAD DE INGENIERIA				
RESPONSABLE	JULIO CESAR AURIS ROMERO			
LUGAR	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO			
ENSAYO	ABSORCION			
ABSORCION - ADOBE CON 5% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA				
MUESTRA	Peso Seco (gr)	Peso Con Agua Absorbida (gr)	Peso del agua (gr)	% Absorción
M1	4337.0	4799.9	462.9	10.67
M2	4509.5	4981.9	472.4	10.48
M3	4438.8	4923.1	484.3	10.91
M4	4355.2	4833.3	478.1	10.98
M5	4696.3	5178.6	482.3	10.27
<b>PROMEDIO</b>				<b>10.66</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 3.8.5. Ensayo Resistencia a la Compresión

- Después de haber realizado el ensayo se procede a calcular la resistencia a la compresión ( $f'o$ ) e  $kg/cm^2$ .
- Para calcular  $f'o$  se divide la carga máxima KgF entre el área en contacto que estuvo la máquina de ensayo a la compresión
- Se calcula el promedio de la resistencia para las muestras ensayadas.
- Según la norma E-080 para poder calcular el promedio de resistencia a la compresión debe cumplir que el promedio de las cuatro mejores muestras sea igual o mayor a la resistencia ultima indicada ( $10.2 kg/cm^2$ ).
- Para esto se tuvieron que eliminar el valor de una muestra, la cual se alejaba del valor promedio de las muestras.

**Tabla 37. Elección de muestras – unidad de albañilería de adobe tradicional**

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION					
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO					
UNIDADES DE ADOBE TRADICIONAL					
MUESTRA	AREA (CM2)	CARGA MAXIMA (KN)	EDAD (días)	f'o (kg/cm2)	CONDICION
M1	106.68	17.51	28	16.73	
M2	107.41	17.45	28	16.56	
M3	110.28	15.74	28	14.55	
M4	110.01	18.06	28	16.73	
X	110.50	23.27	28	21.47	Muestra eliminada

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 38. Calculo resistencia a la compresión – unidad de albañilería de adobe tradicional**

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION				
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO				
UNIDADES DE ADOBE TRADICIONAL				
MUESTRA	AREA (CM2)	CARGA MAXIMA (KN)	EDAD (dias)	f'o (kg/cm2)
M1	106.68	17.51	28	16.73
M2	107.41	17.45	28	16.56
M3	110.28	15.74	28	14.55
M4	110.01	18.06	28	16.73
<b>PROMEDIO</b>				<b>16.14</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 39. Elección de muestras – adobe con 1% de emulsión asfáltica**

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION					
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO					
ADOBE CON 1% DE EMULSION ASFÁLTICA					
MUESTRA	AREA (CM2)	CARGA MAXIMA (KN)	EDAD (dias)	f'o (kg/cm2)	CONDICION
M1	109.53	24.91	28	21.18	
M2	109.80	25.08	28	21.28	
X	110.11	27.16	28	25.14	Muestra eliminada
M3	111.71	24.16	28	22.05	
M4	111.10	21.84	28	20.04	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 40. Calculo resistencia a la compresión – adobe con 1% de emulsión asfáltica**

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION				
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO				
ADOBE CON 1% DE EMULSION ASFÁLTICA				
MUESTRA	AREA (CM2)	CARGA MAXIMA (KN)	EDAD (dias)	f'o (kg/cm2)
M1	109.53	24.91	28	21.18
M2	109.80	25.08	28	21.28
M3	111.71	24.16	28	22.05
M4	111.10	21.84	28	20.04
<b>PROMEDIO</b>				<b>21.14</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 41. Elección de muestras – adobe con 3% de emulsión asfáltica**

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION					
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO					
ADOBE CON 3% DE EMULSION ASFÁLTICA					
MUESTRA	AREA (CM2)	CARGA MAXIMA (KN)	EDAD (dias)	f'o (kg/cm2)	CONDICION
M1	110.61	25.47	28	23.47	
M2	107.61	22.60	28	21.41	
M3	108.87	21.18	28	22.83	
M4	106.47	20.24	28	22.38	
X	109.18	22.08	28	20.62	Muestra eliminada

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 42. Calculo resistencia a la compresión – adobe con 3% de emulsión asfáltica**

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION				
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO				
ADOBE CON 3% DE EMULSION ASFÁLTICA				
MUESTRA	AREA (CM2)	CARGA MAXIMA (KN)	EDAD (dias)	f'o (kg/cm2)
M1	110.61	25.47	28	23.47
M2	107.61	22.60	28	21.41
M3	108.87	21.18	28	22.83
M4	106.47	20.24	28	22.38
<b>PROMEDIO</b>				<b>22.52</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 43. Elección de muestras – adobe con 5% de emulsión asfáltica**

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION					
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO					
ADOBE CON 5% DE EMULSION ASFÁLTICA					
MUESTRA	AREA (CM2)	CARGA MAXIMA (KN)	EDAD (dias)	f'o (kg/cm2)	CONDICION
M1	106.31	31.32	28	30.03	
M2	105.77	28.74	28	27.70	
M3	107.03	29.21	28	27.82	
X	107.85	23.40	28	22.12	Muestra eliminada
M4	107.59	31.87	28	30.20	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 44. Calculo resistencia a la compresión – adobe con 5% de emulsión asfáltica**

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION				
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO				
ADOBE CON 5% DE EMULSION ASFÁLTICA				
MUESTRA	AREA (CM2)	CARGA MAXIMA (KN)	EDAD (dias)	f'o (kg/cm2)
M1	106.31	31.32	28	30.03
M2	105.77	28.74	28	27.70
M3	107.03	29.21	28	27.82
M4	107.59	31.87	28	30.20
<b>PROMEDIO</b>				<b>28.94</b>

Fuente: Elaboración Propia

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. RESULTADOS OBTENIDOS

#### 4.1.1. ENSAYO DE GRANULOMETRIA

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede determinar que el tipo de clasificación del suelo según AASHTO corresponde a un tipo A-7-6, que corresponde a un tipo de suelo arcilloso.

De los ensayos realizados en el laboratorio se pudo determinar que el porcentaje de material predominante corresponde al tipo de suelo arcilloso y limoso con un porcentaje de 65.07% (TABLA N° 45).

Tabla 45. Clasificación del suelo según tamaño de partículas

<b>CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN TAMAÑO DE PARTICULAS</b>				
<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO</b>				
<b>Tamiz</b>	<b>Abertura</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% DE TIPO DE SUELO</b>	<b>TIPO DE SUELO</b>
3"	75.00	0.00	10.69	GRAVA



2 1/2"	62.00	0.00		
2"	50.00	0.00		
1 1/2"	37.50	0.00		
1"	25.00	0.00		
3/4"	19.00	0.00		
1/2"	12.50	2.81		
3/8"	9.50	1.99		
1/4"	6.30	3.95		
N°4	4.75	1.94		
N°10	2.00	5.33		
N°20	0.85	4.89		
N°40	0.43	5.15		
N°60	0.25	3.37		
N°140	0.106	4.24		
N°200	0.075	1.26		
<b>FONDO</b>	65.07		65.07	<b>ARCILLA Y LIMO</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.2. LIMITES DE CONSISTENCIA

De los ensayos realizados en el laboratorio se concluye que el tipo de suelo según clasificación SUCS corresponde a tipo CH que son arcillas inorgánicas de alta plasticidad.

Tabla 46 Resultados límites de consistencia

LIMITES DE CONSISTENCIA	
LIMITE LIQUIDO	LL=54.94 %
LIMITE PLASTICO	LP=24.4 %
INDICE DE PLASTICIDAD	IP=30.54 %

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47. Resultado clasificación SUCS

<b>TIPO DE MATERIAL</b>	CH
<b>CLASIFICACION SUCS</b>	
<b>SUELO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD</b>	

Fuente: Elaboración Propia

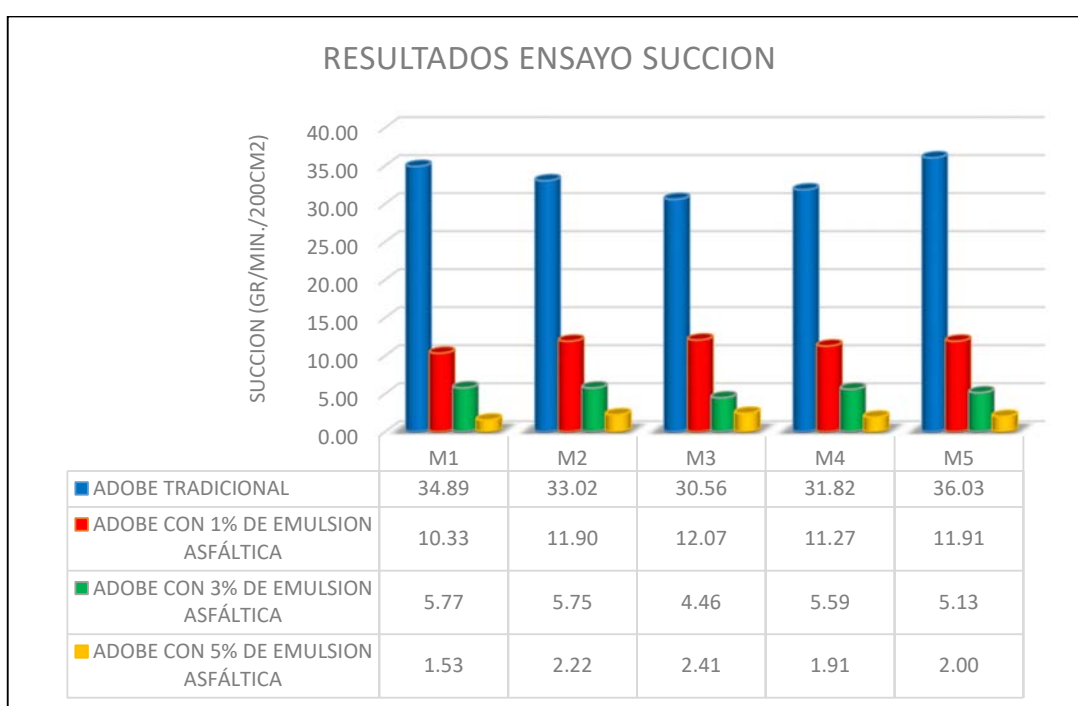
#### 4.1.3. ENSAYO DE SUCCIÓN

De acuerdo al grafico N° 77, se puede determinar que las unidades de albañilería de adobe tradicional son las que succionan en mayor valor la cantidad de agua con valor máximo de 36.03 gr/min/200cm<sup>2</sup>.

Las muestras de albañilería de adobe con incorporación de emulsión asfáltica al 1% , 3% y 5% , son las que reducen considerablemente la succión del agua con un valor mínimo de 1.53 gr/min./200 cm<sup>2</sup> para una muestra de albañilería de adobe con 5% de emulsión asfáltica.

La reducción de la cantidad de agua mediante el ensayo de succión se debe considerablemente a la presencia de la emulsión asfáltica ya que este posee propiedades impermeabilizantes, se puede apreciar que a mayor cantidad de emulsión asfáltica menor será el valor de la succión.

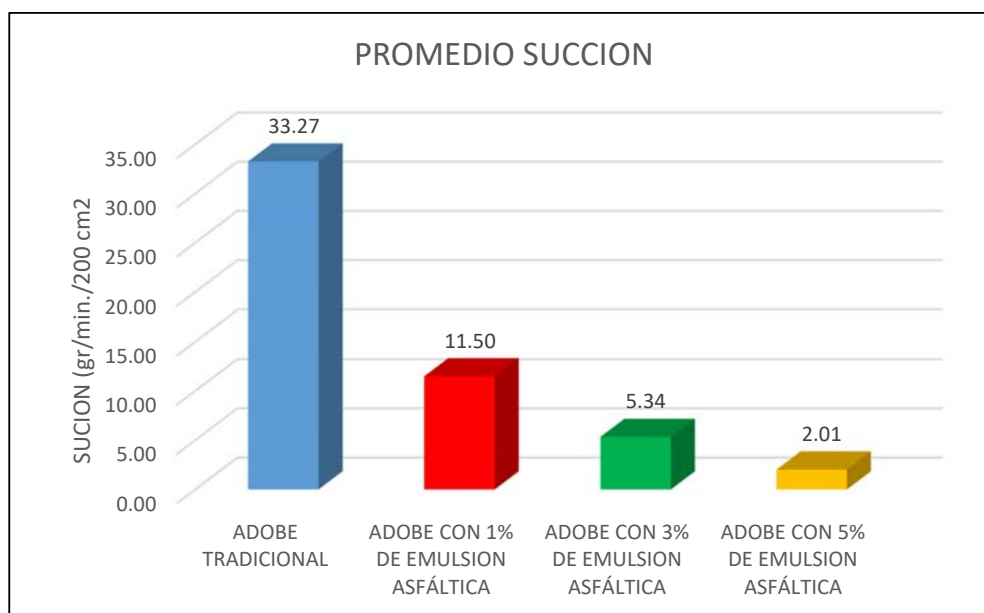
**Gráfico 64. Resultados ensayo de succión**



**Fuente: Elaboración Propia**

De acuerdo al grafico N°78, se puede apreciar que las muestras de unidades de albañilería de adobe tradicional con 5% de emulsión asfáltica tiene el menor valor promedio de succión (2.01 gr/mn./200cm<sup>2</sup>), con respecto al promedio de las unidades de albañilería de adobe tradicional (33.27 gr/min./cm<sup>2</sup>).

**Gráfico 65. Resultados ensayo de succión**



Fuente: Elaboración Propia

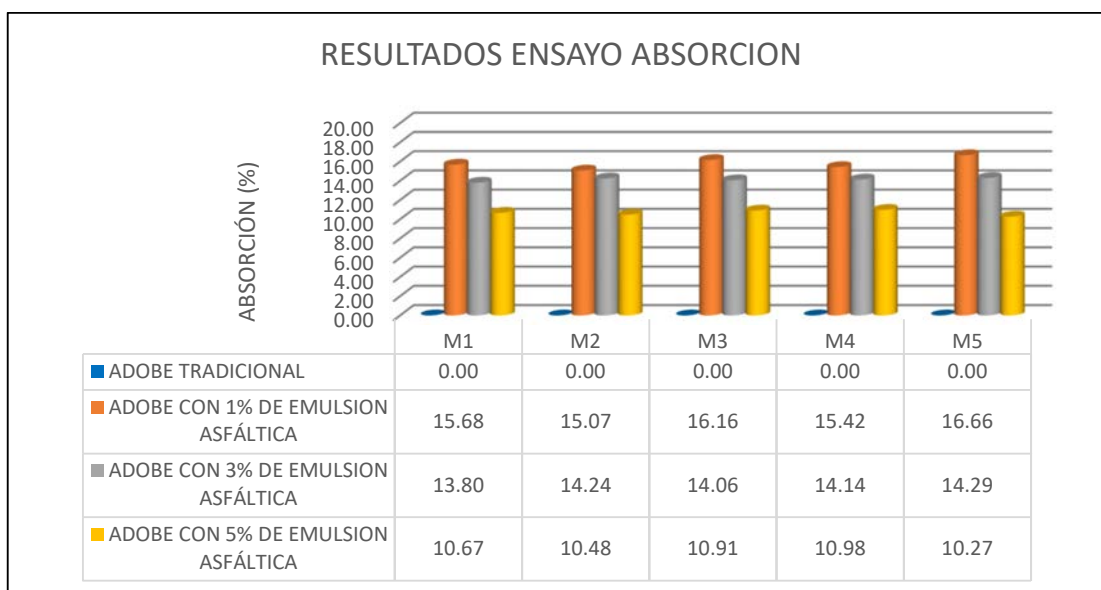
#### 4.1.4. ENSAYO DE ABSORCIÓN

Las muestras de unidades de albañilería de adobe tradicional al término de la prueba se desintegraron totalmente haciendo imposible tomar las muestras para las mediciones de peso, por lo tanto la prueba de absorción no es aplicable para unidades de albañilería de adobe tradicional con un tiempo de inmersión de 24 horas, en cambio las unidades de albañilería con incorporación de emulsión asfáltica tuvieron un comportamiento favorable resistiendo las 24 horas de inmersión.

De acuerdo al gráfico N° 79, se puede determinar que las unidades de albañilería de adobe con 1% de emulsión asfáltica son las que el resultado del porcentaje de absorción es mayor con valor máximo de 16.66%.

La reducción del porcentaje de absorción se debe considerablemente a la presencia de la emulsión asfáltica ya que este posee propiedades impermeabilizantes, se puede apreciar que a mayor cantidad de emulsión asfáltica menor será el valor de la absorción.

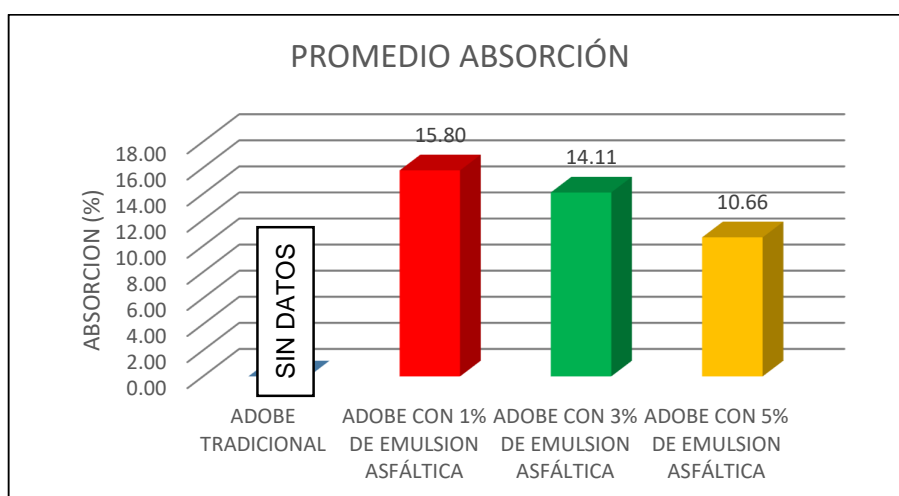
**Gráfico 66. Resultados ensayo de absorción**



**Fuente: Elaboración Propia**

De acuerdo al grafico N° 80, se puede apreciar que las muestras de unidades de albañilería de adobe tradicional con 5% de emulsión asfáltica tiene el menor valor promedio de absorción (10.66%), con respecto al promedio de las unidades de albañilería con 1% de emulsión asfáltica (15.80 %).

**Gráfico 67. Resultados ensayo de absorción**



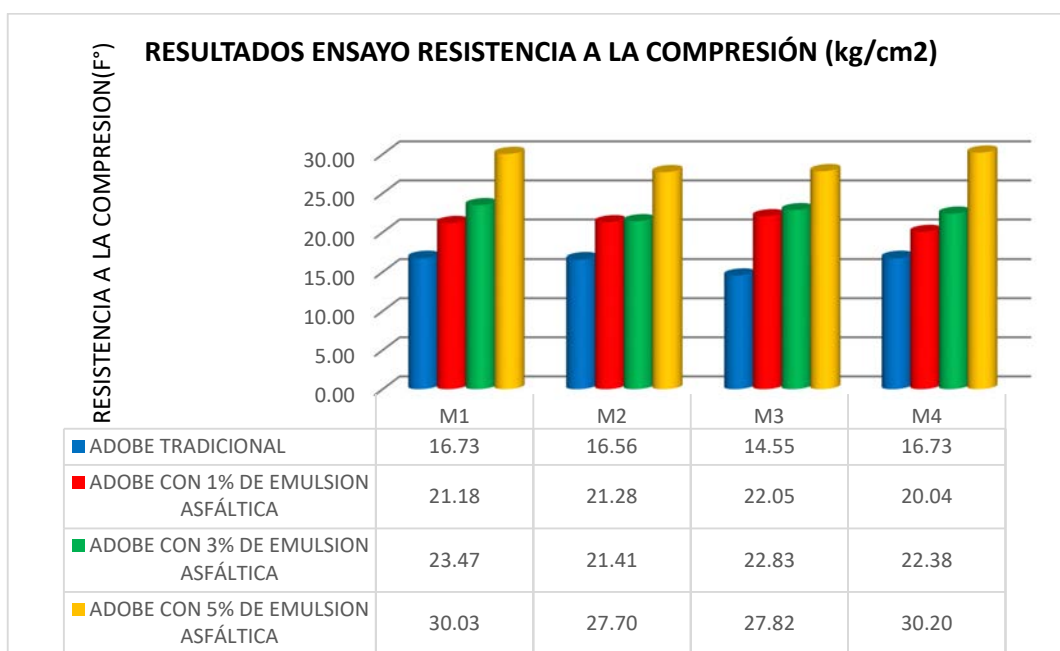
**Fuente: Elaboración Propia**

#### 4.1.5. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Según el gráfico N°81, se puede apreciar que todas las muestras ensayadas superaron la resistencia última mínima de 10.2 kg/cm<sup>2</sup> que la norma E 080 exige, incluyendo las unidades de albañilería tradicional.

Las muestras de las unidades de albañilería de adobe con 5% de emulsión asfáltica son las que tuvieron una mejor resistencia a la compresión con valor máximo de 30.20 kg/cm<sup>2</sup> superando la resistencia mínima que exige la norma E 080.

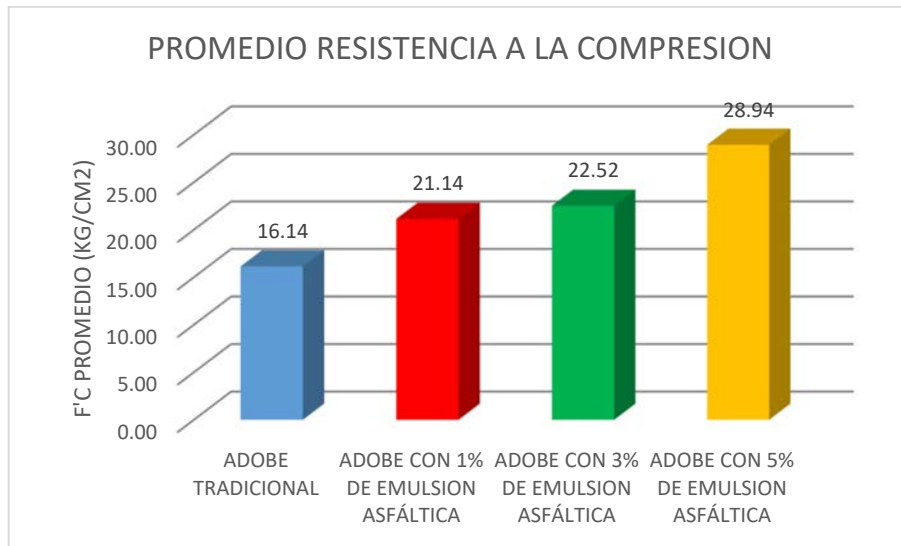
**Gráfico 68. Resultados ensayo de resistencia a la compresión**



**Fuente: Elaboración Propia**

De acuerdo al gráfico N° 82, se puede apreciar que las muestras de unidades de albañilería de adobe tradicional con 5% de emulsión asfáltica tiene el mayor valor promedio de resistencia a la compresión (28.94 kg/cm<sup>2</sup>), con respecto al promedio de las unidades de albañilería tradicional (16.14kg/cm<sup>2</sup>).

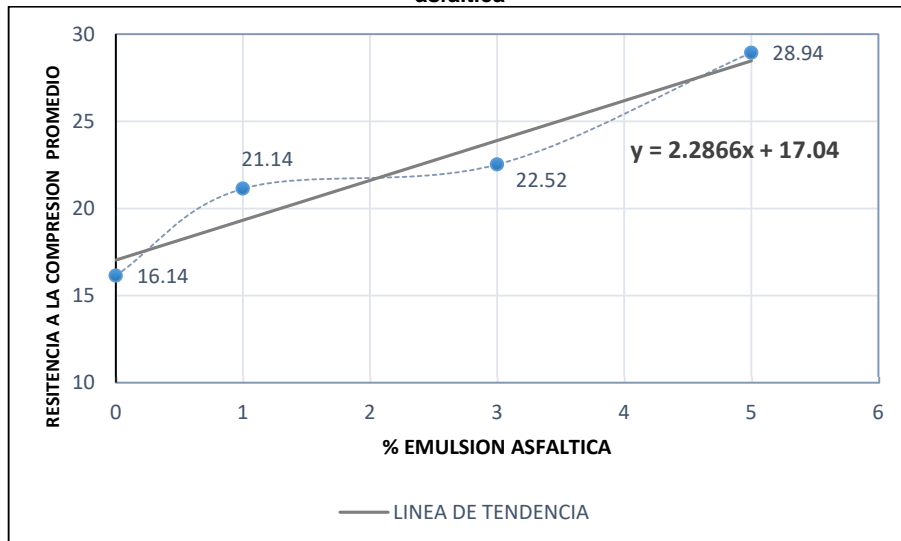
**Gráfico 69. Resultados ensayo de resistencia a la compresión**



**Fuente: Elaboración Propia**

De acuerdo al grafico N° 83, podemos estimar mediante la línea de tendencia ( $y=2.2866x+17.04$ ), valores de resistencia a la compresión para valores de porcentaje de emulsión asfáltica de 7%, 9% y 11% dándonos como resultado 33.05 kg/cm<sup>2</sup>, 37.62 kg/cm<sup>2</sup> y 42.19 kg/cm<sup>2</sup>.

**Gráfico 70. Relación entre la resistencia a la compresión promedio vs % porcentaje de emulsión asfáltica**



**Fuente: Elaboración Propia**

## 4.2. VALIDACION DE HIPOTESIS

### 4.2.1. HIPOTESIS ESPECIFICA N° 1

#### Formulación de Hipótesis

- **H<sub>0</sub>**: La aplicación de la emulsión asfáltica no afecta la succión de las unidades de albañilería de adobe.
- **H<sub>1</sub>** : La aplicación de la emulsión asfáltica afecta la succión de las unidades de albañilería de adobe.

#### Nivel de Significación

Nivel de significancia

$\alpha=0.05$

#### Estadístico de prueba

Para dicha emplearemos la prueba Anova con ayuda del software SPSS, para comparar las medias de los resultados de cantidad de absorción de los grupos con incorporación de emulsión asfáltica (grupo experimental) con el grupo con el que no se ha incorporado la emulsión asfáltica (grupo de control).

**Tabla 48. Resultados estadísticos descriptivos ensayo de succión**

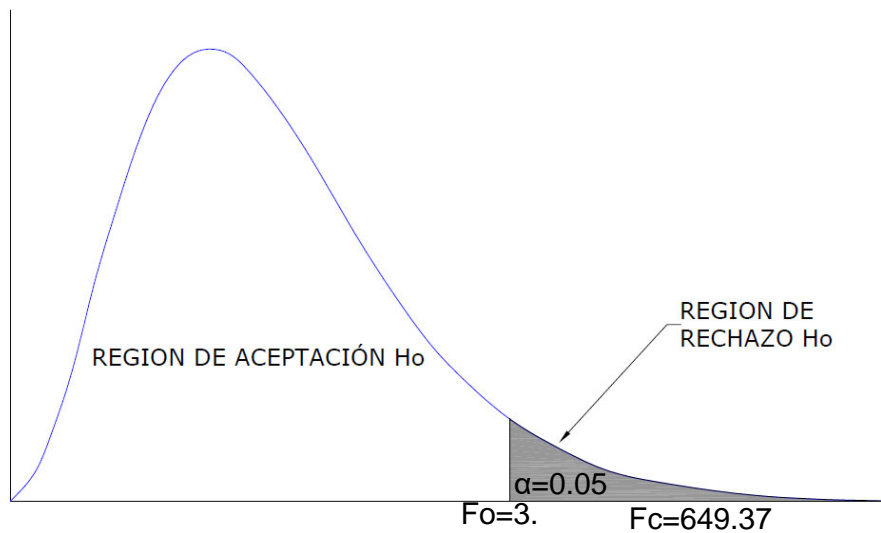
CANTIDAD SUCCIÓN (GR/MIN/200CM2)

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Adobe Tradicional 0% emulsión asfáltica	5	33,2640	2,22210	,99375	30,5049	36,0231	30,56	36,03
Adobe con 1% emulsión asfáltica	5	11,7960	,84509	,37794	10,7467	12,8453	10,83	13,07
Adobe con 3% emulsión asfáltica	5	5,3400	,55543	,24839	4,6503	6,0297	4,46	5,77
Adobe con 5% emulsión asfáltica	5	2,0140	,33336	,14908	1,6001	2,4279	1,53	2,41
Total	20	13,1035	12,52641	2,80099	7,2410	18,9660	1,53	36,03

**Tabla 49 Prueba Anova Ensayo De Succión**

Cantidad Succión (gr/min/200cm2)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2957,021	3	985,674	649,373	,000
Dentro de grupos	24,286	16	1,518		
Total	2981,307	19			



### Calculo del estadístico F

- Según la tabla de distribución F de Fisher para un valor  $\alpha=0.05$ , se obtiene un  $Fo=3.24$ .
- Según el procesamiento de datos con el programa SPSS, se obtiene un valor de  $Fc=649.373$ .

$F_c > F_o$ $649.37 > 3.24$
--------------------------------

### Toma de decisión

Se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la **hipótesis alterna ( $H_1$ )**, ya que el valor  $F_c$  se encuentra en la zona de rechazo.

Con los resultados obtenidos se concluye que la aplicación de la emulsión asfáltica afecta la succión de las unidades de albañilería de adobe.



## 4.2.2. HIPOTESIS ESPECIFICA N° 2

### Formulación de Hipótesis

- **H<sub>0</sub>**: La aplicación de la emulsión asfáltica no afecta la absorción de las unidades de albañilería de adobe.
- **H<sub>1</sub>**: La aplicación de la emulsión asfáltica afecta la absorción de las unidades de albañilería de adobe.

### Nivel de Significación

Nivel de significancia

$$\alpha=0.05$$

### Estadístico de prueba

Para dicha emplearemos la prueba Anova con ayuda del software SPSS, para comparar las medias de los resultados del porcentaje de absorción de los grupos con incorporación de emulsión asfáltica (grupo experimental).

Tabla 50. Resultados estadísticos descriptivos ensayo de absorción

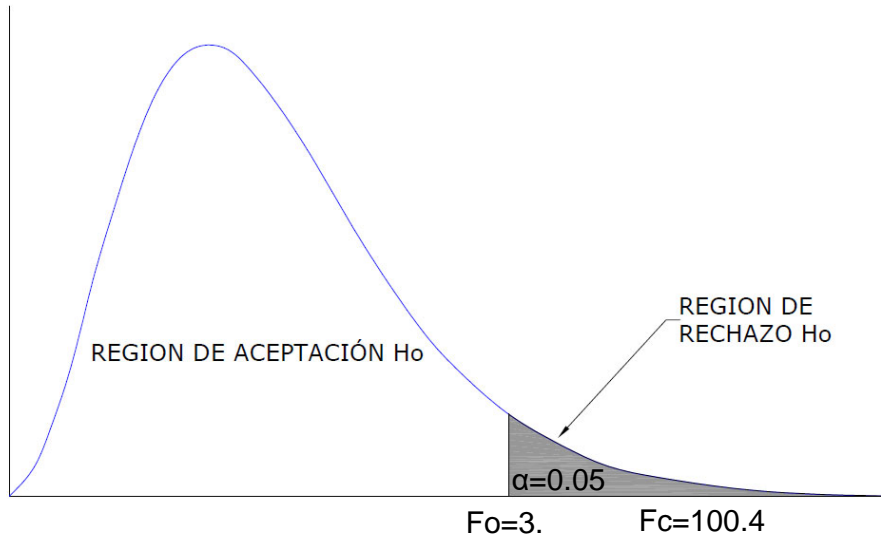
PORCENTAJE DE ABSORCION (%)

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Adobe con 1% emulsión asfáltica	5	15,7980	,62468	,27936	15,0224	16,5736	15,07	16,66
Adobe con 3% emulsión asfáltica	5	14,1060	,19282	,08623	13,8666	14,3454	13,80	14,29
Adobe con 5% emulsión asfáltica	5	10,6620	,29558	,13219	10,2950	11,0290	10,27	10,98
Total	15	13,5220	2,24505	,57967	12,2787	14,7653	10,27	16,66

**Tabla 51. Prueba Anova Ensayo De Absorción**

Porcentaje de Absorción (%)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	68,504	2	34,252	199,616	,000
Dentro de grupos	2,059	12	,172		
Total	70,563	14			



### Cálculo del estadístico F

- Según la tabla de distribución F de Fisher para un valor  $\alpha=0.05$ , se obtiene un  $Fo=3.89$ .
- Según el procesamiento de datos con el programa SPSS, se obtiene un valor de  $Fc=199.62$

$F_c > F_o$ $199.62 > 3.89$
--------------------------------

### Toma de decisión

Se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la **hipótesis alterna ( $H_1$ )**, ya que el valor de  $F_c$  se encuentra en la zona de rechazo.

Con los resultados obtenidos se concluye que la aplicación de la emulsión asfáltica afecta el porcentaje de absorción de las unidades de albañilería de adobe.

### 4.2.3. HIPOTESIS ESPECIFICA N° 3

#### Formulación de Hipótesis

- **H<sub>0</sub>**: La aplicación de la emulsión asfáltica no incrementa la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de adobe.
- **H<sub>1</sub>**: La aplicación de la emulsión asfáltica incrementa la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de adobe.

#### Nivel de Significación

Nivel de significancia

$\alpha=0.05$

#### Estadístico de prueba

Para dicha emplearemos la prueba Anova con ayuda del software SPSS, para comparar las medias de los resultados de la resistencia a la compresión de los grupos con incorporación de emulsión asfáltica (grupo experimental) con el grupo con el que no se ha incorporado la emulsión asfáltica (grupo de control).

**Tabla 52. Resultados estadísticos descriptivos ensayo de resistencia a la compresión**

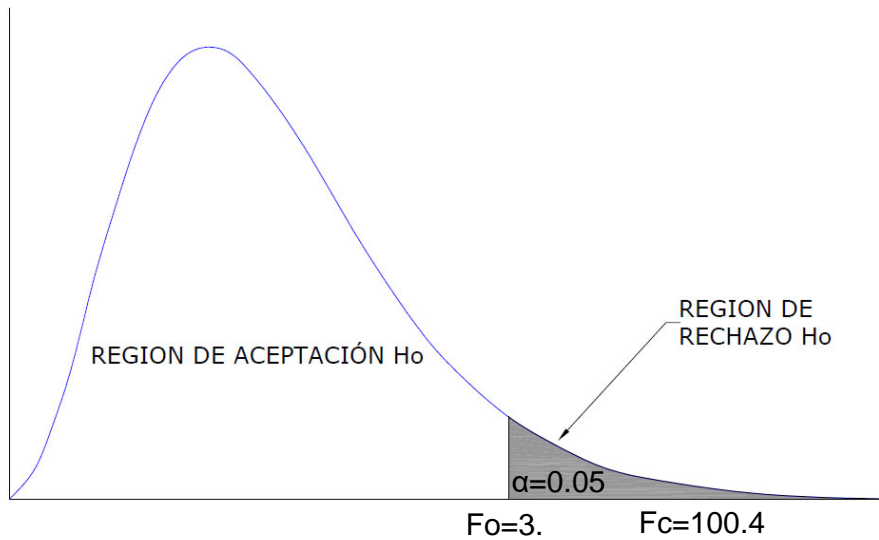
Resistencia a la Compresión (kg/cm<sup>2</sup>)

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Adobe Tradicional 0% de emulsión asfáltica	4	16,1425	1,06469	,53234	14,4483	17,8367	14,55	16,73
Adobe con 1% emulsión asfáltica	4	21,1375	,82851	,41425	19,8192	22,4558	20,04	22,05
Adobe con 3% emulsión asfáltica	4	22,5225	,86608	,43304	21,1444	23,9006	21,41	23,47
Adobe con 5% emulsión asfáltica	4	28,9375	1,36231	,68116	26,7698	31,1052	27,70	30,20
Total	16	22,1850	4,80663	1,20166	19,6237	24,7463	14,55	30,20

**Tabla 53.. Prueba Anova Ensayo De Absorción**

Resistencia a la Compresión (kg/cm2)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	333,277	3	111,092	100,400	,000
Dentro de grupos	13,278	12	1,106		
Total	346,555	15			



### Cálculo del estadístico F

- Según la tabla de distribución F de Fisher para un valor  $\alpha=0.05$ , se obtiene un  $Fo=3.49$ .
- Según el procesamiento de datos con el programa SPSS, se obtiene un valor de  $Fc=100.40$ .

$F_c > F_o$ $100.40 > 3.49$
--------------------------------

### Toma de decisión

Se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la **hipótesis alterna ( $H_1$ )**, ya que el valor de  $F_c$  se encuentra en la zona de rechazo.

Con los resultados obtenidos se concluye que la aplicación de la emulsión asfáltica incrementa la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de adobe.

## **CAPÍTULO V: DISCUSION DE RESULTADOS**

- De acuerdo al objetivo general que consiste en determinar si la aplicación de la emulsión asfáltica mejora la conservación de las unidades de albañilería de adobe, los resultados mostrados según los gráficos N° 78, N° 80 indican que la adición de la emulsión asfáltica afecta el comportamiento reduciendo los valores de succión y absorción , estableciéndose una relación inversamente proporcional donde a mayor porcentaje de aplicación de emulsión asfáltica , menor serán los valores de succión y absorción. , también según el grafico N° 82 se determina que la aplicación de la emulsión asfáltica incrementa los valores de resistencia a la compresión de la unidades de albañilería, estableciéndose una relación directamente proporcional donde a mayor porcentaje de aplicación de emulsión asfáltica mayor serán los valores de resistencia a la compresión, todo estos resultados están relacionados para considerar que la emulsión asfáltica contribuye en mejorar la conservación de la unidades de albañilería de adobe.
- Según el objetivo específico el cual corresponde a realizar el análisis de la succión de las unidades de albañilería con la aplicación de la emulsión asfáltica de rotura rápida , los resultados mostrados según el

grafico N° 78 , indican que la adición de emulsión asfáltica de rotura rápida contribuye en el comportamiento de la succión , donde mediante la aplicación de un 5% de peso de emulsión asfáltica es la que afecta en mejor forma el comportamiento ,obteniendo un valor promedio de 2.01 gr/min./200 cm<sup>2</sup> , frente a la aplicación de 3% y 1% de emulsión asfáltica obteniéndose valores promedios de 5.34 gr/min./200 cm<sup>2</sup> y 11.50 gr/min./200cm<sup>2</sup> respectivamente , todos estos ensayos pertenecen al grupo experimental. Por otra parte en el grupo de control el cual corresponde al análisis de la succión sin la aplicación de la emulsión asfáltica se obtiene un mayor valor de succión con un valor de 33.27 gr/min/200 cm<sup>2</sup> , que al ser comparados con los resultados encontrados por (ROMERO CUENTAS & CALLASI VENERO, 2017) , que realizan una aplicación 5% y 10% de asfalto obtiene valores de 8.75gr/min/200cm<sup>2</sup> y 6.55 gr/min/200 cm<sup>2</sup> respectivamente, para el adobe sin aplicación de asfalto obtienen un valor de 18.28 gr/min/200 cm<sup>2</sup>, se puede destacar que los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación mostraron un mejor comportamiento.

Con estos resultados se puede inferir que la aplicación de la emulsión asfáltica afecta la succión de las unidades de albañilería de adobe, a mayor porcentaje de aplicación de emulsión asfáltica menor será el valor de succión que se obtendrá.

- Se analiza de acuerdo al el objetivo específico el cual corresponde , realizar el análisis de la absorción de las unidades de albañilería con la aplicación de la emulsión asfáltica de rotura rápida , los resultados mostrados según el grafico N° 80 , indican que la adición de emulsión asfáltica de rotura rápida afecta el comportamiento del porcentaje de la absorción , se determinó que la aplicación de un 5% de peso de emulsión asfáltica es la que afecta en mejor forma el comportamiento ,obteniendo un valor promedio de 10.66 % , frente a la aplicación de 3% y 1% de emulsión asfáltica obteniéndose valores promedios de 14.11 % y 15.80 % respectivamente , todos estos ensayos pertenecen

al grupo experimental. Por otra parte en el grupo de control el cual corresponde al análisis de la absorción sin la aplicación de la emulsión asfáltica no se pudo tomar los datos para determinar la absorción ya que estas se desintegraron después de las 24 horas de inmersión en agua , que al ser comparados con los resultados encontrados por (ROMERO CUENTAS & CALLASI VENERO, 2017) , que realizan una aplicación 5% y 10% de asfalto obtienen valores de 6.61 % y 2.62 % respectivamente, para el adobe sin aplicación de asfalto no pudieron obtener valores ya que igualmente las muestras no resistieron a la prueba desintegrándose. Para ambos proyectos de investigación

Con estos resultados se puede inferir que la aplicación de la emulsión asfáltica afecta la absorción de las unidades de albañilería de adobe, a mayor porcentaje de aplicación de emulsión asfáltica menor será el valor de absorción que se obtendrá.

- Se realizó el cálculo de la resistencia a la compresión para las unidades de albañilería de adobe con aplicación de emulsión asfáltica de rotura rápida , donde según el grafico N° 82 , se puede determinar que se obtuvieron los valores promedios de 28.94 kg/cm<sup>2</sup> para una adición de 5% de emulsión asfáltica , un valor promedio de 22.52 para una adición de 3% de emulsión asfáltica y un valor promedio de 21.14% para una adición de 1% de emulsión asfáltica todos estos valores supera la resistencia mínima de 10.2 kg/cm<sup>2</sup> que especifica la norma E.080 (Diseño y construcción con tierra reforzada) , estos resultados de ensayos pertenecen al grupo experimental , para el grupo de control el cual corresponde a los resultados de resistencia a la compresión sin adición de emulsión asfáltica se obtuvo un valor promedio de 16.14 kg/cm<sup>2</sup> que también supera la resistencia mínima que especifica la norma E.080 , todos estos resultados al ser comparados con lo encontrado por (LOPEZ GALVEZ & BERNILLA CARLOS, 2012) , obtienen valores promedio de 21 kg/cm<sup>2</sup> para una adición de 2% de asfalto tipo RC-250 y un valor promedio de 17.5 kg/cm<sup>2</sup> para unidades de albañilería sin aplicación de asfalto RC-250 ,

se puede observar que los resultados son similares con respecto al presente trabajo de investigación.

Con estos resultados se puede inferir que la aplicación de la emulsión asfáltica incrementa la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de adobe, a mayor porcentaje de aplicación de emulsión asfáltica mayor será el valor de la resistencia a la compresión.



## CONCLUSIONES

- Con el presente trabajo de investigación se determinaron que la aplicación de la emulsión asfáltica ,mejora la conservación de las unidades de adobe, porque los valores de 1%, 3%, 5% de emulsión asfáltica afectaron la cantidad de succión con valores promedio de 11.50 gr/min/200 cm<sup>2</sup>, 5.34 gr/min/200 cm<sup>2</sup> y 2.01 gr/min/200 cm<sup>2</sup> respectivamente, el porcentaje de absorción con valores promedio de 15.80%, 14.115 y 10.66% respectivamente, además se incrementaron los valores de resistencia a la compresión con valores promedio de 21.14 kg/cm<sup>2</sup>, 22.52 kg/cm<sup>2</sup> y 28.94 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente , estos valores obtenidos mejoran el estado de conservación de las unidades de albañilería de adobe.
- De acuerdo a los análisis realizados se puede determinar que la adición de la emulsión asfáltica de rotura rápida con un porcentaje de aplicación del 5% mejora el comportamiento de la succión con un valor promedio de 2.01 gr/min./200 cm<sup>2</sup>, frente a porcentajes de aplicación de 1% y 3% con valores promedio de succión de 11.50 gr/min./200 cm<sup>2</sup> y 5.34 gr/min./200cm<sup>2</sup> respectivamente , lo anterior permite aceptar la hipótesis planteada ya que se demuestra que la aplicación de la emulsión asfáltica mejora los valores de succión.
- La aplicación de la emulsión asfáltica de rotura rápida con un porcentaje de aplicación del 5% mejora el comportamiento de la absorción con un valor promedio de 10.66%, demostrando que la aplicación de la emulsión asfáltica mejora los valores de absorción de las unidades de albañilería.
- La adición de emulsión asfáltica de rotura rápida incrementa la resistencia a la compresión, los valores se incrementan a mayor porcentaje de aplicación de emulsión asfáltica, llegando a resistencia promedio de 28.94 kg/cm<sup>2</sup> para un valor de 5% de emulsión asfáltica,

de acuerdo a lo descrito se permite aceptar la hipótesis planteada ya que se demuestra que a mayor porcentaje de aplicación de emulsión asfáltica mayores serán los resultados de resistencia a la compresión.

## RECOMENDACIONES

- Es necesario promover el uso de la emulsión asfáltica en futuras construcciones con adobe, más que nada en zonas donde existe el riesgo de que ocurran inundaciones ya que se demostró que la propiedad impermeabilizante de la emulsión asfáltica afecto los valores de succión y absorción reduciéndolas considerablemente, además incrementa la resistencia a la compresión, de modo que permita incrementar la conservación de las edificaciones.
- Para futuras investigaciones se deja un precedente de la aplicación de la emulsión asfáltica, se recomienda utilizar otros tipos de materiales como el cemento, yeso, cal para así poder realizar una comparación con la presente investigación.
- Debido a que los compuestos de la emulsión asfáltica están compuestos de asfáltenos, máltenos y aceites por lo cual estos componentes pueden ser perjudiciales para la salud de las personas que habiten en el interior de las viviendas, se recomienda aplicar necesariamente un tarrajeo con cemento-arena 1:6 o realizar un tarrajeo con yeso.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. (S.F.). Standard Terminology Relating to Materials for Roads and Pavements ASTM D-8. EE.UU.
- AMORÓS GARCIA, M. (2011). DESARROLLO DE UN NUEVO LADRILLO DE TIERRA CRUDA , CON AGLOMERANTES Y ADITIVOS ESTRUCTURALES DE BASE VEGETAL. MADRID.
- ARIAS, L. E., ALDERETE, C. E., & MELLACE, R. f. (S.F.). CONTROL DE LA ABSORCIÓN DE AGUA EN BLOQUES COMPRIMIDOS DE SUELO-CEMENTO.
- ARKIPLUS.COM. (03 de Febrero de 2014). *ARKIPLUS.COM*. Obtenido de <http://www.arkiplus.com/10-grandes-construcciones-con-ladrillos-de-barro>
- AVELLÁN CRUZ, M. D. (MAYO de 2007). ASFALTO MODIFICADO CON POLÍMEROS. GUATEMALA.
- BESTRATEN, S., E. HORMIAS, & A. ALTEMIR. (2011). Construcción con tierra en el siglo XXI. 16.
- CABRERA ARIAS, D., & HUAYNATE GRANADOS, W. (s.f.). MEJORAMIENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE ANTE UNA EXPOSICIÓN PROLONGADA DE AGUA POR EFECTO DE INUNDACIONES. LIMA.
- CHUQUIMIA, E. (2005). *MANUAL PARA ELABORAR ADOBES MEJORADOS*. AREQUIPA , PERÚ: INDUSTRIA GRAFICA REGENTUS.
- CID FALCETO, J. (2012). Durabilidad de los bloques de tierra comprimida. Evaluación y recomendaciones para la normalizacion de los ensayos de erosion y absorcion. MADRID, ESPAÑA.
- ECO INTELIGENCIA. (14 de AGOSTO de 2012). <http://www.ecointeligencia.com/>. Obtenido de <http://www.ecointeligencia.com/2012/08/tapial-y-la-construccion-sostenible/>
- Española, R. A. (2017). *Real Academia Española*. Obtenido de Diccionario de la Lengua Española , edicion tricentenario , actualizacion 2017: <http://dle.rae.es/?w=diccionario>

- FERNANDEZ CUROTTO. (OCTUBRE de 2008). HUMEDADES PROVENIENTES DEL SUELO EN EDIFICACIONES. SANTIAGO, CHILE.
- Hernandez Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2019). *Metodología de la Investigación , las rutas cuantitativa , cualitativa y mixta*. CIUDAD DE MEXICO: McGraw- Hill Interamericana Editores, S.A.
- LOPEZ GALVEZ, J. A., & BERNILLA CARLOS, P. J. (2012). EVALUACION FUNCIONAL Y CONSTRUCTIVA DE VIVIENDAS CON ADOBE ESTABILIZADO EN CAYALTI. PROGRAMA COBE - 1976. LIMA.
- LUIS MIGUEL, G. H. (2015). CRITERIOS DE ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO CON PAVIMENTO RECICLADO Y EMULSIÓN ASFÁLTICA. LIMA, LIMA, PERÚ.
- MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. (2010). *EDIFICACION ANTISÍSMICAS DE ADOBE*. LIMA.
- MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. (2017). *REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (E.080)*. LIMA.
- MORALES MORALES, R., TORRES CABREJOS, R., RENGIFO, L., & IRALA CANDIOTTO, C. (S.F.). *MANUAL PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE ADOBE*. LIMA.
- NEVES, C., & BOGES FARIA, O. (2011). *TECNICAS DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA*.
- PETROPERU. (s.f.). <http://www.petroperu.com.pe/portalweb/>.
- PONTIFICIE UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ. (2010). *MANUAL DE CONSTRUCCIÓN CON ADOBE REFORZADO CON GEOMALLAS*. LIMA: FONDO EDITORIAL DE LA PUCP.
- QUIMICA LATINOAMERICANA S.A. (s.f.). <http://www.quimicalatinoamericana.cl/>.
- REPSOL. (s.f.). [http://www.repsol.com/pe\\_es/](http://www.repsol.com/pe_es/).
- reydekish.com. (21 de Agosto de 2015). <https://reydekish.com/>. Obtenido de <https://reydekish.com/2015/08/21/catal-huyuk/>
- Roberto Hernandez Sampieri, C. F. (2008). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGrawHill.
- ROMERO BOLIVAR, I. A., & PEREYRA MARÍN, J. R. (JULIO de 2012). MEJORAMIENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE ANTE

UNA EXPOSICIÓN PROLONGADA DE AGUA POR EFECTO DE  
INUNDACIONES - PARTE 2. LIMA, PERÚ.

ROMERO CUENTAS, V. I., & CALLASI VENERO, C. D. (2017). ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ADOBE TRADICIONAL FRENTE A LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO CON ASFALTO. CUSCO, CUSCO, PERÚ.

SAN BARTOLOMÉ, Á., QUIUN, D., & SILVA, W. (2014). *Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificie Universidad Catolica del Perú.

SENCICO. (1993). NUEVAS CASAS RESISTENTES DE ADOBE. LIMA , PERU.

SIMBA CUMBAJÍN, E. S. (MARZO de 2007). LA IMPERMEABILIZACIÓN EN CONSTRUCCIONES NUEVAS Y EXISTENTES. QUITO, ECUADOR.

Tavera Vega, L. (S.F). *www.arqueologiadelperu.com*. Obtenido de <http://www.arqueologiadelperu.com.ar/chanchan.htm>

VILELA MORA, D. (MARZO de 2010). ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DIRIGIDA A LA FABRICACIÓN DE BLOQUES DE ADOBE, PROPUESTA METODOLÓGICA. LOJA, ECUADOR.

# **ANEXOS**

## **Anexo 1. Matriz de consistencia**





## MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: APLICACIÓN DE LA AMULSION ASFALTICA EN LA CONSERVACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE ADOBE, SAPALLANGA - 2019.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Cuánto mejora la aplicación de la emulsión asfáltica en la conservación de las unidades de albañilería de adobe, Sapallanga - 2019?</li> </ul> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Cómo afecta la aplicación de la emulsión asfáltica en la succión de las unidades de albañilería de adobe?</li> <li>- ¿Cómo afecta la aplicación de la emulsión asfáltica en la absorción de las unidades de albañilería de adobe?</li> <li>- ¿La aplicación de la emulsión asfáltica es una alternativa para incrementar la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería adobe?</li> </ul>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar si la aplicación de la emulsión asfáltica mejora la conservación de las unidades de albañilería de adobe, Sapallanga - 2019.</li> </ul> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar la succión de las unidades de albañilería de adobe con la aplicación de la emulsión asfáltica.</li> <li>- Analizar la absorción de las unidades de albañilería de adobe con la aplicación de la emulsión asfáltica.</li> <li>- Calcular la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de adobe con la aplicación de la emulsión asfáltica.</li> </ul>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La aplicación de la emulsión asfáltica mejora la conservación de las unidades de albañilería de adobe, Sapallanga - año 2019.</li> </ul> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La aplicación de la emulsión asfáltica afecta la succión de las unidades de albañilería de adobe.</li> <li>- La aplicación de la emulsión asfáltica afecta la absorción de las unidades de albañilería de adobe.</li> <li>- La aplicación de la emulsión asfáltica incrementa la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de adobe.</li> </ul>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b></p> <p>Aplicación de la emulsión asfáltica</p> <p><b>DIMENSIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de emulsión asfáltica en cantidades graduales</li> </ul> <p><b>INDICADORES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de aplicación de emulsión asfáltica</li> </ul> <p><b>MEDICIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valor en porcentaje (%)</li> </ul> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b></p> <p>Conservación de las unidades de albañilería de adobe</p> <p><b>DIMENSIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Succión</li> <li>• Absorción</li> <li>• Resistencia a la compresión</li> </ul> <p><b>INDICADORES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Variación de la cantidad de succión</li> <li>• Variación de la cantidad de absorción</li> <li>• medición del incremento de la resistencia a la compresión</li> </ul> <p><b>MEDICIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valor en gr/min/200 cm<sup>2</sup></li> <li>• Valor en porcentaje</li> <li>• Valor en kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>	<p><b>METODO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p>Aplicación del método científico</p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACION</b></p> <p>Aplicada</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACION</b></p> <p>Explicativo</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p>Experimental</p> <p><b>POBLACIÓN</b></p> <p>Terrenos existentes que sirven de materia prima para la elaboración de unidades de albañilería de adobe</p> <p><b>MUESTRA</b></p> <p>La muestra es de clase no probabilística tomándose una muestra de 223 kg de materia prima de tierra</p> <p><b>TECNICAS E INSTRUMENTOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigación documental</li> <li>- Investigación de campo</li> <li>- Observación</li> <li>- Experimentación</li> </ul>

## **Anexo 2. Ensayos**



Tesis : APLICACION DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA EN LA CONSERVACION DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE ADOBE. SAPALLANGA - 2019  
 Atención : BACH. JULIO CESAR AURIS ROMERO  
 Fecha de recepción : martes, 28 de Mayo de 2019  
 Fecha de emisión : jueves, 30 de Mayo de 2019

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128 - ASTM D422**

Código ASTM D422-63(2007)e2  
 Título Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils (Withdrawn 2016)

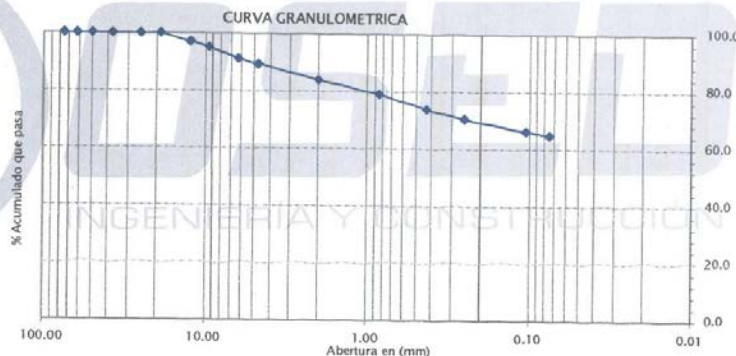
Código NTP 339.128-1999 (revisada el 2014)  
 Título SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición. Reemplaza a la NTP 339.128-1999

**LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129 - ASTM D4318**

Código ASTM D4318 - 10e1  
 Título Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

NTP 339.129-1999 (revisada el 2014)  
 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición. Reemplaza a la NTP 339.129-1999 NTP 339.130-1999 (revisada el 2014)

Tamiz	Abertura	% Acum.
3"	76.00	100.0
2 1/2"	62.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	100.0
1"	25.00	100.0
3/4"	19.00	100.0
1/2"	12.50	97.2
3/8"	9.50	95.2
1/4"	6.30	91.3
N°4	4.75	89.3
N°10	2.00	84.0
N°20	0.85	79.1
N°40	0.43	73.9
N°60	0.25	70.6
N°140	0.106	66.3
N°200	0.075	65.1

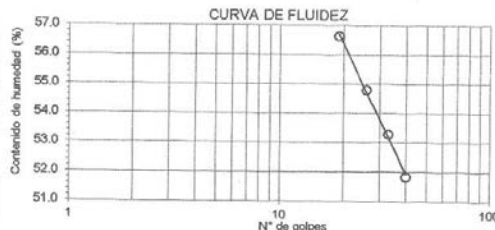


**Lim. Líquido**

N° GOL	w (%)
40	51.83
33	53.27
28	54.79
19	56.62

**Lim. Plástico**

24.44 %
24.36 %



LÍMITE LÍQUIDO	54.94 %
LÍMITE PLÁSTICO	24.40 %
ÍNDICE PLÁSTICO	30.54 %
CLASIF. SUCS :	CIH
ARCILLA DENSA ARENOSA	
CLASIF. AASHTO :	A-7-6 (19)
CONT. HUMEDAD (%)	14.21
Lugar	SAPALLANGA
	ANEXO VIRGEN DE COCHARCAS
Muestra	M-01

**OBSERVACIONES**

: Muestras provista e identificada por el interesado  
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

**EQUIPO UTILIZADO:**

Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICATION (ELE INTERNATIONAL)  
 Cazuela de casagrande con contador de golpes, Marca Forney LA-3715, Serie N° 119  
 Estufa utilizada: Modelo STHX-2A-120°C, Serie 13018 - Calibrada por METROTEC  
 Balanza OHAUS SP36001, N° Serie B411400997 - 6000gr. Calibrada por METROTEC



Proyecto/Obra : APLICACION DE LA EMULSION ASFALTICA EN LA CONSERVACION DE  
LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE ADOBE, SAPALLANGA - 2019  
Atención : BACH. JULIO CESAR AURIS ROMERO  
Fecha de recepción : miércoles, 3 de Julio de 2019  
Fecha de emisión : miércoles, 3 de Julio de 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NORMA E.080

La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	AREA (cm2)	CARGA MÁXIMA (KN)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Dias)	f <sub>o</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
1	MUESTRA DE ADOBE AL 0% DE EMULSION ASFALTICA	106.6827	17.51	3/06/2019	1/07/2019	28	16.73
2	MUESTRA DE ADOBE AL 0% DE EMULSION ASFALTICA	107.4069	17.45	3/06/2019	1/07/2019	28	16.56
3	MUESTRA DE ADOBE AL 0% DE EMULSION ASFALTICA	110.2846	15.74	3/06/2019	1/07/2019	28	14.55
4	MUESTRA DE ADOBE AL 0% DE EMULSION ASFALTICA	110.0130	18.06	3/06/2019	1/07/2019	28	16.73
5	MUESTRA DE ADOBE AL 0% DE EMULSION ASFALTICA	110.5000	23.27	3/06/2019	1/07/2019	28	21.47

**Observaciones:**

\*Muestras provista e identificada por el interesado

\*Muestra refrentado con mortero de azufre.

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

\* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

**Equipo Utilizado**

Presna de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 200000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibracion MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibracion LEDI-PUCP INF-LE-030-19A





DSD0069903072019



INFORME N° DSD0069903072019

Proyecto/Obra : APLICACION DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA EN LA CONSERVACION DE  
LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE ADOBE, SAPALLANGA · 2019  
Atención : BACH. JULIO CESAR AURIS ROMERO  
Fecha de recepción : miércoles, 3 de Julio de 2019  
Fecha de emisión : miércoles, 3 de Julio de 2019

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NORMA E.080**

La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	AREA (cm2)	CARGA MÁXIMA (KN)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Dias)	f <sub>o</sub> (kg/cm2)
1	MUESTRA DE ADOBE AL 1% DE EMULSION ASFÁLTICA	109.5281	24.91	3/06/2019	1/07/2019	28	21.18
2	MUESTRA DE ADOBE AL 1% DE EMULSION ASFÁLTICA	109.8037	25.08	3/06/2019	1/07/2019	28	21.28
3	MUESTRA DE ADOBE AL 1% DE EMULSION ASFÁLTICA	110.1062	27.16	3/06/2019	1/07/2019	28	25.14
4	MUESTRA DE ADOBE AL 1% DE EMULSION ASFÁLTICA	111.7132	24.16	3/06/2019	1/07/2019	28	22.05
5	MUESTRA DE ADOBE AL 1% DE EMULSION ASFÁLTICA	111.1036	21.84	3/06/2019	1/07/2019	28	20.04

**Observaciones:**

\*Muestras provista e identificada por el interesado

\*Muestra refrentado con mortero de azufre.

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

\* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DENEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

**Equipo Utilizado**

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 200000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibracion MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibracion LEDI-PUCP INF-LE-030-19A



Proyecto/Obra : APLICACION DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA EN LA CONSERVACION DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE ADOBE, SAPALLANGA - 2019  
 Atención : BACH. JULIO CESAR AURIS ROMERO  
 Fecha de recepción : miércoles, 3 de Julio de 2019  
 Fecha de emisión : miércoles, 3 de Julio de 2019

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NORMA E.080**

La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	AREA (cm2)	CARGA MÁXIMA (KN)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Dias)	f'o (kg/cm2)
1	MUESTRA DE ADOBE AL 3% DE EMULSION ASFÁLTICA	110.6088	25.47	3/06/2019	1/07/2019	28	23.47
2	MUESTRA DE ADOBE AL 3% DE EMULSION ASFÁLTICA	107.6100	22.6	3/06/2019	1/07/2019	28	21.41
3	MUESTRA DE ADOBE AL 3% DE EMULSION ASFÁLTICA	108.8675	21.18	3/06/2019	1/07/2019	28	22.83
4	MUESTRA DE ADOBE AL 3% DE EMULSION ASFÁLTICA	106.4727	20.24	3/06/2019	1/07/2019	28	22.38
5	MUESTRA DE ADOBE AL 3% DE EMULSION ASFÁLTICA	109.1755	22.08	3/06/2019	1/07/2019	28	20.62

**Observaciones:** \*Muestras provista e identificada por el interesado  
 \*Muestra refrentado con mortero de azufre.  
 \* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)  
 \* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

**Equipo Utilizado**

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 20000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibración MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibración LEDI-PUCP INF-LE-030-19A



Proyecto/Obra : APLICACION DE LA EMULSION ASFALTICA EN LA CONSERVACION DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE ADOBE, SAPALLANGA - 2019  
 Atención : BACH. JULIO CESAR AURIS ROMERO  
 Fecha de recepción : miércoles, 3 de Julio de 2019  
 Fecha de emisión : miércoles, 3 de Julio de 2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NORMA E.080

La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

MUESTRA N°	DESCRIPCION	AREA (cm2)	CARGA MÁXIMA (KN)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Dias)	f <sub>o</sub> (kg/cm2)
1	MUESTRA DE ADOBE AL 5% DE EMULSION ASFALTICA	106.3103	31.32	3/06/2019	1/07/2019	28	30.03
2	MUESTRA DE ADOBE AL 5% DE EMULSION ASFALTICA	105.7745	28.74	3/06/2019	1/07/2019	28	27.70
3	MUESTRA DE ADOBE AL 5% DE EMULSION ASFALTICA	107.0258	29.21	3/06/2019	1/07/2019	28	27.82
4	MUESTRA DE ADOBE AL 5% DE EMULSION ASFALTICA	107.8530	23.4	3/06/2019	1/07/2019	28	22.12
5	MUESTRA DE ADOBE AL 5% DE EMULSION ASFALTICA	107.5851	31.87	3/06/2019	1/07/2019	28	30.20

**Observaciones:** \*Muestras provista e identificada por el interesado

\*Muestra refeitado con mortero de azufre.

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

\* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1996)

**Equipo Utilizado**

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 20000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibracion MT-LF-170-2019 (Abril 2019), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibracion LEDI-PUCP INF-LE-030-19A

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LF - 170 - 2019**

Página 1 de 3

1. Expediente	190289		Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	DEPARTAMENTO DE OBRAS Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS SISMICAS S.A.C.		
3. Dirección	Jr. Oswaldo Aguirre Morales N° 562 Urb. Lambiaspata, El Tambo - Huancayo - JUNIN		Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO		
Capacidad	2000 kN		
Marca	PYS EQUIPOS		
Modelo	STYE-2000		
Número de Serie	131121		METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Procedencia	CHINA		
Identificación	DSD-0155	(**)	
Indicación	DIGITAL		
Marca	MC		Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Modelo	LM-02		
Número de Serie	NO INDICA		
Resolución	0,01 / 0,1 kN (*)		
Ubicación	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO		El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2019-04-25		

Fecha de Emisión **Jefe del Laboratorio de Metrología**  
2019-04-26

Sello

  
JUAN C. QUISPE MORALES

Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú  
Telf.: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282  
RPC: 940037490

email: [metrologia@metrologiatecnicas.com](mailto:metrologia@metrologiatecnicas.com)  
[ventas@metrologiatecnicas.com](mailto:ventas@metrologiatecnicas.com)  
[calidad@metrologiatecnicas.com](mailto:calidad@metrologiatecnicas.com)  
WEB: [www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 170 - 2019**

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

**7. Lugar de calibración**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO  
Jr. Oswaldo Aguirre Morales N° 562 Urb. Lamblaspata, El Tambo - Huancayo - JUNIN

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	18,6 °C	18,7 °C
Humedad Relativa	48 % HR	48 % HR

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en el National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-030-19A

**10. Observaciones**

- (\*\*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherido en el equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.
- (\*) La resolución del indicador es 0,01 kN para lecturas menores a 1000 kN y 0,1 kN para lecturas fuera de este rango.

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LF - 170 - 2019**

Página 3 de 3

**11. Resultados de Medición**

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia				
	%	$F_1$ (kN)	$F_2$ (kN)	$F_3$ (kN)	$F_{promedio}$ (kN)
10	100,0	100,4	100,9	100,6	100,6
20	200,0	200,8	201,0	200,6	200,8
30	300,0	300,8	301,0	300,9	300,9
40	400,0	401,0	401,1	400,9	401,0
50	500,0	500,9	499,5	500,1	500,1
60	600,0	601,0	600,7	601,1	601,0
70	700,0	701,0	700,7	700,9	700,9
80	800,0	801,0	800,7	800,6	800,8
90	900,0	901,0	900,7	901,0	900,9
100	1000,0	1001,0	1000,6	1000,8	1000,8
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
100	-0,62	0,50	---	0,01	0,35
200	-0,41	0,20	---	0,01	0,35
300	-0,29	0,07	---	0,00	0,35
400	-0,25	0,05	---	0,00	0,35
500	-0,03	0,28	---	0,00	0,35
600	-0,16	0,07	---	0,00	0,35
700	-0,13	0,04	---	0,00	0,35
800	-0,10	0,05	---	0,00	0,35
900	-0,10	0,03	---	0,00	0,35
1000	-0,08	0,04	---	0,00	0,35

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0,00 %
---	--------

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú  
Telf.: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282  
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com  
ventas@metrologiatecnicas.com  
calidad@metrologiatecnicas.com  
WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 261 - 2019**

Página 1 de 4

1. Expediente	190289	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	DEPARTAMENTO DE OBRAS Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS SISMICAS S.A.C.	
3. Dirección	Jr. Oswaldo Aguirre Morales N° 562 Urb. Lambasapata, El Tambo - Huancayo - JUNIN	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.  METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Capacidad Máxima	6000 g	
División de escala (d)	0,1 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	OHAUS	
Modelo	SPJ6001	
Número de Serie	B411400997	
Capacidad mínima	5 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	DSD-048 (*)	
Ubicación	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	
5. Fecha de Calibración	2019-04-26	

Fecha de Emisión

2019-04-26

Jefe del Laboratorio de Metrología

JUAN C. QUISPE MORALES

Sello



Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú  
Tel.: (511) 340-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282  
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com  
ventas@metrologiatecnicas.com  
calidad@metrologiatecnicas.com  
WEB: www.metrologiatecnicas.com

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

**7. Lugar de calibración**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Jr. Oswaldo Aguirre Morales N° 562 Urb. Lambaspata, El Tambo - Huancayo - JUNIN

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	19,2 °C	19,2 °C
Humedad Relativa	46 %	45 %

**9. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) Dirección de Metrología - INACAL LM-060-2018	PESAS(Clase de Exactitud: E2)	INACAL LM-448-2018

**10. Observaciones**

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 261 - 2019

Página 3 de 4

#### 11. Resultados de Medición

##### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

##### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	19,2 °C	19,3 °C

Medición N°	Carga L1 = 3 000,0 g			Carga L2 = 6 000,0 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	3 000,1	6	144	6 000,1	6	144
2	3 000,1	6	144	6 000,0	5	45
3	3 000,0	5	45	6 000,1	6	144
4	3 000,0	5	45	6 000,1	6	144
5	3 000,1	6	144	6 000,0	6	44
6	3 000,1	6	144	6 000,1	6	144
7	3 000,0	5	45	6 000,1	6	144
8	3 000,1	6	144	6 000,1	6	144
9	3 000,0	5	45	6 000,0	5	45
10	3 000,0	5	45	6 000,1	6	144
	Diferencia Máxima		99	Diferencia Máxima		100
	Error Máximo Permissible		± 300	Error Máximo Permissible		± 300

##### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición  
de las  
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	19,1 °C	19,2 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	1,0 g	1,0	50	0	2 000,0	2 000,0	50	0	0
2		1,0	50	0		2 000,0	50	0	0
3		1,0	50	0		1 999,9	40	-90	-90
4		1,0	50	0		2 000,0	50	0	0
5		1,0	50	0		2 000,0	50	0	0
* Valor entre 0 y 10e					Error máximo permisible				± 200



Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 261 - 2019

Página 4 de 4

#### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura      Inicial      Final  
19,2 °C      19,2 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** ( ± mg )
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1,0	1,0	50	0	0	1,0	50	0	0	100
5,0	5,0	50	0	0	5,0	50	0	0	100
10,0	10,0	50	0	0	10,0	50	0	0	100
100,0	100,0	50	0	0	100,0	50	0	0	100
500,0	500,0	50	0	0	500,0	50	0	0	100
1 000,0	1 000,0	50	0	0	1 000,0	50	0	0	200
2 000,0	2 000,0	50	0	0	1 999,9	40	-90	-90	200
3 000,0	3 000,0	50	0	0	3 000,0	50	0	0	300
4 000,0	4 000,0	50	0	0	4 000,0	50	0	0	300
5 000,0	5 000,0	50	0	0	4 999,9	40	-90	-90	300
6 000,0	6 000,1	60	90	90	6 000,1	60	90	90	300

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.      ΔL: Carga adicional.      E<sub>0</sub>: Error en cero.  
l: Indicación de la balanza.      E: Error encontrado      E<sub>c</sub>: Error corregido.



Lectura corregida       $R_{CORREGIDA} = R + 0,00000411 R$

Incertidumbre expandida de medición       $U = 2 \times \sqrt{(0,0050642 \sigma^2 + 0,0000000030 R^2)}$

#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

### **Anexo 3. Ficha Técnica**





## 1. GENERALIDADES

Emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida CRR-1 ó CRS-1, tiene escasa habilidad para mezclar un agregado, es decir el asfalto sufre rápidamente coalescencia.

Estas emulsiones están diseñadas para reaccionar rápidamente con el agregado y revertir del estado de emulsión al de asfalto. Las emulsiones de rotura rápida producen una película relativamente gruesa.

## 2. APLICACIONES

Las emulsiones de rotura rápida tipo 1, se aplican por rociado en tratamientos tales como sellos de gravilla y sello de arena.

- **Sello de gravilla.** Es un tratamiento superficial por riego TSR simple, es el método más importante de mantenimiento simple y de bajo costo. Renueva pavimentos desgastados y/o meteorizados, mejora la resistencia al deslizamiento, demarcación de carriles y sella el pavimento.

Su aplicación es por rociado y el éxito depende de disponer de un equipo de rociado bien calibrado y que el tiempo de rociado del agregado sea el más breve después de rociada la emulsión, agregado limpio, de forma cúbica y de un tamaño máximo de 3/8"

- **Sello de arena.** Renueva la uniformidad, en calles de ciudad mejora la limpieza y visibilidad de líneas de tránsito. Rejuvenece pavimentos secos, meteorizados. Aplicar con rodillo neumático.

## 3. CARACTERÍSTICAS FISCOQUÍMICAS

Composición	:	Asfalto y agua
Color	:	Marrón oscuro
Aspecto	:	Líquido viscoso
Gravedad específica a 20 °C	:	0.9950 - 1

## 4. ESPECIFICACIONES

La emulsión asfáltica de rotura rápida CRR-1 ó CRS-1 tiene las siguientes especificaciones establecidas por las normas ASTM D-2397 y la NTP-321.059.

Ensayos a la emulsión	Especificación
Viscosidad Saybolt Furol a 50 °C, s	: 20 – 100
Sedimentación, 5 días, %	: 5.0 % máx.
Estabilidad almacenamiento 24 Hrs, %	: 1.0 % máx.
Demulsibilidad, %	: 40 % mín.
Tamizado, %	: 0.1 % máx.
Prueba de carga de partícula	: +
Residuo asfáltico, %	: 60 % mín.



 <b>BITUPER S.A.C.</b>	<b>FICHA TECNICA</b> <b>Emulsión Asfáltica Catiónica de Rotura Rápida Tipo 1</b> <b>CRS-1 ó CRR-1</b>	Código : <b>BP-CRS-1</b> Revisión : Mayo 2013 Rvdo. por : Lab. Central Página : 2 de 3

**Prueba sobre el residuo de ensayo de destilación**

Penetración, 25 °C, 100 mg, 5 s	:	100 – 250
Ductilidad, 25 °C, 5 cm/min, cm	:	40 mín.
Solubilidad en tricloroetileno, %	:	97.5

## 5. ALMACENAMIENTO Y MANEJO

Para el almacenamiento y manejo de la emulsión CRS-1 se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Almacene la emulsión en cisterna entre 10°C a 85°C, las cisternas deben estar encaquetadas. En cilindros metálicos limpios entre 15°C y 85°C; en áreas techadas y no exponer al enfriamiento
- Para tiempos prolongados de almacenamiento debe homogenizar la emulsión antes de usarla según el tipo de almacenamiento:
  - a) En tanques cisterna: se debe de recircular el producto con ayuda de una bomba cada 15 días, para evitar la sedimentación y rotura del mismo.
  - b) En cilindros: echar el cilindro y rodarlo cada 08 días para evitar la sedimentación del producto, verificando que las tapas se encuentren bien cerradas para evitar derrames.
- No almacene las emulsiones en tanques o cilindros que contengan residuos de otros productos.
- Evite la formación de espuma al recircular la emulsión.
- En caso de sedimentación excesiva por tiempo prolongado de almacenamiento sin recirculación o rotura, descartar la emulsión.
- Empleo de equipo de protección personal como guantes, mascarillas y lentes entre otros elementos de protección personal que el usuario considere conveniente de acuerdo al tipo de trabajo a realizar.
- Las emulsiones no deben calentarse sobre los 85°C en la costa para evitar la evaporación del agua y que se produzca la rotura; y en zonas altas considerar la altitud. A mayores altitudes la emulsión debe ser calentadas a menor temperatura.
- No mezclar diferentes tipos de emulsiones (diferente fabricante, tipo, etc.).

 BITUPER S.A.C.	<b>FICHA TECNICA</b> <b>Emulsión Asfáltica Catiónica de Rotura Rápida Tipo 1</b> <b>CRS-1 ó CRR-1</b>	Código : <b>BP-CRS-1</b> Revisión : <b>Mayo 2013</b> Rvdo. por : <b>Lab. Central</b> Página : <b>3 de 3</b>

## 6. PRESENTACIÓN

Los despachos se realizan a cisternas (granel) o en cilindros metálicos doble tapón de 55 galones.

---

Nota: La información contenida en esta ficha técnica es de carácter informativo y no sustituye el diseño específico para cada aplicación emitido por el Laboratorio Central de BITUPER S.A.C. Para lograr el desempeño adecuado de la emulsión se deben cumplir los parámetros del diseño y dar correcto uso y aplicación al producto. BITUPER S.A.C. no asume responsabilidad de ningún tipo sobre problemas derivados de un inadecuado empleo de la emulsión.

---

## **Anexo 4. Panel Fotográfico**



**Selección de muestra y cuarteo para ensayo de granulometría**



**Proceso de tamizado de muestra**

## ENSAYO DE SUCCIÓN



Muestras con incorporación de 0% y 1% de emulsión asfáltica para ensayo de succión



Muestras con incorporación de 3% y 5% de emulsión asfáltica para ensayo de succión



**Pesado de muestras para el ensayo de succión**



**Colocado de muestra en la bandeja durante 1 min.**





**Secado superficial de muestra**



**Pesado de la muestra después del secado superficial**

## ENSAYO DE ABSORCIÓN



**Muestras con incorporación de 0% y 1% de emulsión asfáltica para ensayo de absorción**



**Muestras con incorporación de 3% y 5% de emulsión asfáltica para ensayo de absorción**





**Pesado de muestras para ensayo de absorción**



**Probeta graduada de 500 ml para controlar cantidad de agua para ensayo de absorción**



**Muestras sumergidas con 0% y 1% de emulsión asfáltica (ensayo absorción)**



**Muestras sumergidas con 3% y 5% de emulsión asfáltica (ensayo absorción)**



Las muestras de adobe tradicional no soportaron la prueba de absorción terminaron desintegrándose , haciéndose imposible el pesado



Pesado de las muestras de con 1% de emulsión asfáltica después de la inmersión (24 horas)



**Pesado de las muestras de con 3% de emulsión asfáltica después de la inmersión (24 horas)**



**Pesado de las muestras de con 5% de emulsión asfáltica después de la inmersión (24 horas)**





**Todas las muestras excepto las muestras con 5% de emulsión asfáltica se saturaron en su totalidad**



**En las muestras de con 5% de emulsión asfáltica después de la inmersión de 24 horas se puede apreciar que en la parte central aún no existe saturación**



**Muestras totales para ensayo de resistencia a la compresión**



**Tamizado de suelo con el materia pasante de la malla N°100 para refrentado de las muestras**



**Pesado de proporciones de azufre y material pasante malla N° 100**



**Refrentado de muestras con azufre y material pasante de la malla N° 100**





**Ejecución del ensayo de resistencia a la compresión**



**Muestras después del ensayo de resistencia a la compresión**