



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Diseño y mejoramiento de pavimento rígido con fibra de sisal y residuo
de mascarilla en Av. La Playa, Ventanilla - 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Morales Cardenas, Abraham Alejandro (orcid.org/0000-0003-4507-3193)

ASESOR:

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (orcid.org/0000-0002-4136-7189)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mi madre y hermanos que son el apoyo incondicional, el cual con su paciencia, voluntad y amor me han permitido alcanzar un sueño más. Gratitud infinita a la mejor madre, porque infundió en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía. Especialmente a Dios, por concederme este periodo tan importante de formación académica, quien en todo momento de nuestra vida me otorgó seguridad, sabiduría y me fortaleció como persona día a día para lograr todos mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme la alegría de la vida y la inteligencia necesaria para afrontar todos los retos que se presentan. Agradecido por derramar sus bendiciones. A mi madre y hermanos, quienes son mi motor y motivo necesario para continuar superándome, por estar conmigo en cada momento y confiar en cada una de mis capacidades. A todos los docentes, que, por su paciencia, sus sabios consejos y continua preocupación han dejado una gran huella. De igual manera por todos los conocimientos transmitidos que me han permitido adquirir muchos conocimientos y así llegar a esta etapa de mi vida.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y

ARQUITECTURA ESCUELA

PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Declaratoria de Autenticidad del
Asesor**

Yo, VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE

INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Diseño y mejoramiento de pavimento rígido con fibra de sisal y residuo de mascarilla en Av. La playa, Ventanilla - 2023", cuyo autor es MORALES CARDENAS ABRAHAM ALEJANDRO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 01 de Diciembre del

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO DNI: 09389936 ORCID: 0000-0002-4136-7189	Firmado electrónicamente por: LAVARGASV el 01- 12-2023 16:35:38

2023

Código documento Trilce: TRI - 0676668





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Declaratoria de Originalidad del
Autor**

Yo, MORALES CARDENAS ABRAHAM ALEJANDRO estudiante de la FACULTAD DE

INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño y mejoramiento de pavimento rígido con fibra de sisal y residuo de mascarilla en Av. La playa, Ventanilla - 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda citatextual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro gradoacadémico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, nicopiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
MORALES CARDENAS ABRAHAM ALEJANDRO DNI: 70987614 ORCID: 0000-0003-4507-3193	Firmado electrónicamente por: AMORALESCA el 05- 12-2023 10:22:33

Código documento Trilce: INV - 1474554



ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/AUTORES	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	44
3.1 Tipo y Diseño de investigación	44
3.2 Variables y operacionalización.....	45
3.3 Población, Muestra y Muestreo.....	47
3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos.	49
3.5 Procedimiento	51
3.6 Método de análisis de datos	61
3.7 Aspectos éticos.....	62
IV. RESULTADOS.....	63
V. DISCUSIÓN.....	128
VI. CONCLUSIONES	147
VII. RECOMENDACIONES	150
REFERENCIAS.....	151
ANEXOS	157

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Propiedades Físicas del Polipropileno</i>	17
Tabla 2. <i>Propiedades Físicas de la Fibra de Sisal</i>	17
Tabla 3. <i>Constituyentes del cemento</i>	22
Tabla 4. <i>Límite de sustancias nocivas en el agregado grueso</i>	25
Tabla 5. <i>Valores aceptables para el agua utilizada en la mezcla y el curado según la norma NTP 339.088</i>	27
Tabla 6: <i>Clases de Mezclas según asentamiento</i>	29
Tabla 7: <i>Tipos de concreto según su peso unitario</i>	30
Tabla 8: <i>Contenido de Aire Atrapado</i>	30
Tabla 9. <i>Propiedades físicas de las fibras naturales</i>	35
Tabla 10. <i>Ensayos del material afirmado</i>	41
Tabla 11. <i>Distribución de pruebas para las propiedades físicas y mecánicas en función del número de ensayos</i>	48
Tabla 12. <i>Lista de Ensayos que se realizarán para la investigación</i>	50
Tabla 13. <i>Diseño de mezcla para cada porcentaje de fibra</i>	61
Tabla 14. <i>Cuadro de Codificación para las muestras</i>	64
Tabla 15. <i>Cuadro de Granulometrías del agregado fino</i>	65
Tabla 16. <i>Cuadro de Granulometría del agregado grueso</i>	66
Tabla 17. <i>Resultado del Contenido de humedad del agregado fino</i>	68
Tabla 18. <i>Resultado de Contenido de humedad del agregado grueso</i>	68
Tabla 19. <i>Resultado del Peso Unitario Suelto del agregado fino</i>	69
Tabla 20. <i>Resultado del Peso Unitario Compactado del agregado fino</i>	69
Tabla 21. <i>Resultado del Peso Unitario Suelto del agregado grueso</i>	70
Tabla 22. <i>Resultado del Peso Unitario Compactado del agregado grueso</i>	70
Tabla 23. <i>Resultado del Peso Específico y absorción del agregado fino</i>	71
Tabla 24. <i>Resultado del Peso Específico y absorción del agregado grueso</i>	71
Tabla 25. <i>Cuadro Resumen de los agregados</i>	72
Tabla 26. <i>Diseño de mezcla patrón $f'c=280$ kg/cm²</i>	72
Tabla 27. <i>Diseño de mezcla a 1% (0.25% Sisal + 0.75% Mascarilla)</i>	73
Tabla 28. <i>Diseño de mezcla a 1.5% (0.50% Sisal + 1.00% Mascarilla)</i>	73
Tabla 29. <i>Diseño de mezcla a 2.25% (0.75% Sisal + 1.5.% Mascarilla)</i>	73
Tabla 30. <i>Diseño de mezcla a 3% (1.00% Sisal + 2.00% Mascarilla)</i>	74

<i>Tabla 31. Resumen de los resultados de los asentamientos obtenidos</i>	75
<i>Tabla 32. Pesos unitarios del concreto obtenidos de cada dosificación</i>	78
<i>Tabla 33. Contenido de aire de cada dosificación</i>	81
<i>Tabla 34. Resistencia a Compresión a los 7 días</i>	84
<i>Tabla 35. Resistencia a Compresión a los 14 días</i>	86
<i>Tabla 36. Resistencia a Compresión a los 28 días</i>	88
<i>Tabla 37. Resistencia a Compresión a los 7,14 y 28 días</i>	90
<i>Tabla 38. Resistencia a la Tracción a los 7 días</i>	93
<i>Tabla 39. Resistencia a la Tracción a los 14 días</i>	95
<i>Tabla 40. Resistencia a la Tracción a los 28 días</i>	97
<i>Tabla 41. Resistencia a Tracción a los 7,14 y 28 días</i>	99
<i>Tabla 42. Resistencia a la Flexión a los 7 días</i>	101
<i>Tabla 43. Resistencia a la Flexión a los 14 días</i>	103
<i>Tabla 44. Resistencia a la Flexión a los 28 días</i>	105
<i>Tabla 45. Resistencia a la Flexión a los 7,14 y 28 días</i>	107
<i>Tabla 46. Influencia del asentamiento del concreto en cada dosificación</i>	109
<i>Tabla 47. Tasa anual de crecimiento de vehículos</i>	118
<i>Tabla 48. Factor de crecimiento acumulado</i>	118
<i>Tabla 49. Comparación de espesores según contenido de fibras</i>	124
<i>Tabla 50. Resultados Finales del Asentamiento según la investigación</i>	139
<i>Tabla 51. Resultados Finales del Peso Unitario según la investigación</i>	140
<i>Tabla 52. Resultados Finales del Contenido de Aire según la investigación</i>	141
<i>Tabla 53. Resultados Finales de la Resistencia a la Compresión según la investigación</i>	142
<i>Tabla 54. Resultados Finales de la Resistencia a la Tracción según la investigación</i>	143
<i>Tabla 55. Resultados Finales de la Resistencia a la Flexión según la investigación</i>	144

ÍNDICE DE FIGURA

<i>Figura 1. Tipos de Fibras Naturales</i>	<i>14</i>
<i>Figura 2. Fibras Naturales según su origen</i>	<i>15</i>
<i>Figura 3. Bloques de concreto con diferentes % de fibras vegetales</i>	<i>15</i>
<i>Figura 4. Implementación de HPPM en el Hormigón</i>	<i>18</i>
<i>Figura 5. Empleo de fibras de polipropileno en el concreto.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 6: Obtención de Ambas Fibras.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 7. Ciclo de vida de los materiales.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 8. Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto</i>	<i>21</i>
<i>Figura 9. Categorías de cemento Portland.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 10. Límites de granulometría del agregado grueso y fino</i>	<i>24</i>
<i>Figura 11: Fórmula para obtener el Módulo de Finura</i>	<i>24</i>
<i>Figura 12. Análisis del Agregado Grueso.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 13. Procedimiento de ensayo del Slump.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 14. Pruebas de resistencia a la compresión promedio en el laboratorio ...</i>	<i>31</i>
<i>Figura 15. Variedad de Fracturas al realizar ensayos a la compresión.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 16. Cargas sometidas a la probeta</i>	<i>33</i>
<i>Figura 17. Cargas empleadas en el ensayo de resistencia a flexión.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 18. Configuración característica de un pavimento rígido.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 19. Pavimentos Rígidos</i>	<i>35</i>
<i>Figura 20. Resistencia a la flexión con diferente % de carga de fibra</i>	<i>36</i>
<i>Figura 21. Proceso Constructivo del Pavimento Rígido</i>	<i>37</i>
<i>Figura 22. Formato de conteo de vehículos.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 23. Índice de servicio según su clasificación.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 24. Monograma AASHTO</i>	<i>40</i>
<i>Figura 25. Cuadro de Procedimiento para realizar.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 26. Ubicación de la Cantera Romaña</i>	<i>53</i>
<i>Figura 27. Secado de los Agregados</i>	<i>54</i>
<i>Figura 28. Tamiz del Agregado Grueso</i>	<i>55</i>
<i>Figura 29. Tamiz del Agregado Fino</i>	<i>55</i>
<i>Figura 30. Ensayo de Contenido de Humedad de los agregados</i>	<i>56</i>
<i>Figura 31. Ensayo de Peso Unitario y Compactado del agregado grueso</i>	<i>56</i>

<i>Figura 32. Ensayo del Peso Específico del agregado grueso</i>	<i>57</i>
<i>Figura 33. Ensayo del Peso Específico del agregado fino</i>	<i>57</i>
<i>Figura 34. Extracción de la Fibra Sisal.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 35. Recolección de Máscaras Quirúrgicas</i>	<i>59</i>
<i>Figura 36. Corte de la Fibra Sisal.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 37. Ficha Técnica del Cemento.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 38. Mapa de ubicación geográfica</i>	<i>63</i>
<i>Figura 39. Curva Granulométrica del agregado fino.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 40. Curva Granulométrica del agregado grueso</i>	<i>67</i>
<i>Figura 41. Ensayo del Slump del concreto.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 42. Gráfico de barras de los asentamientos obtenidos de cada dosificación</i>	<i>75</i>
<i>Figura 43. Medición del Concreto fresco.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 44. Pesos unitarios del concreto obtenidos de cada dosificación</i>	<i>78</i>
<i>Figura 45. Medición del contenido de aire en el concreto</i>	<i>80</i>
<i>Figura 46. Ensayos a Resistencia a Compresión.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 47. Gráfico de barras de la resistencia a compresión a los 7 días</i>	<i>85</i>
<i>Figura 48. Gráfico de barras de la resistencia a compresión a los 14 días</i>	<i>87</i>
<i>Figura 49. Gráfico de barras de la resistencia a compresión a los 28 días</i>	<i>89</i>
<i>Figura 50. Grafica de las resistencias a compresión a los 7,14 y 28 días.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 51. Ensayos a Resistencia a Tracción</i>	<i>92</i>
<i>Figura 52. Gráfico de barras de la resistencia a tracción a los 7 días.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 53. Gráfico de barras de la resistencia a tracción a los 14 días</i>	<i>96</i>
<i>Figura 54. Gráfico de barras de la resistencia a tracción a los 28 días</i>	<i>98</i>
<i>Figura 55. Grafica de las resistencias a tracción a los 7,14 y 28 días.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 56. Ensayo de resistencia a flexión.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 57. Gráfico de barras de la resistencia a flexión a los 7 días</i>	<i>102</i>
<i>Figura 58. Gráfico de barras de la resistencia a flexión a los 14 días</i>	<i>104</i>
<i>Figura 59. Gráfico de barras de la resistencia a flexión a los 28 días</i>	<i>106</i>
<i>Figura 60. Grafica de las resistencias a flexión a los 7,14 y 28 días</i>	<i>107</i>
<i>Figura 61. Influencia de la resistencia a compresión en cada dosificación</i>	<i>110</i>
<i>Figura 62. Influencia de la resistencia a Tracción en cada dosificación</i>	<i>112</i>
<i>Figura 63. Influencia de la resistencia a Flexión en cada dosificación</i>	<i>113</i>

<i>Figura 64. Mapa de ubicación de estaciones para conteo de vehículos</i>	<i>115</i>
<i>Figura 65. Ficha de conteo de vehículos.....</i>	<i>116</i>
<i>Figura 66. Factores de Distribución Direccional y de Carril.....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 67. Tasa de Crecimiento de vehículos</i>	<i>118</i>
<i>Figura 68. Relación de Cargas por Eje para Pavimentos Rígidos.....</i>	<i>119</i>
<i>Figura 69. Cálculo de ESAL</i>	<i>119</i>
<i>Figura 70. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 T</i>	<i>119</i>
<i>Figura 71. Confiabilidad y Desviación Estándar Normal</i>	<i>120</i>
<i>Figura 72. Error Estándar Combinado (So).....</i>	<i>120</i>
<i>Figura 73. Cuadro del índice de Serviciabilidad (Δ PSI).....</i>	<i>121</i>
<i>Figura 74. Requerimiento de CBR mínimo.....</i>	<i>121</i>
<i>Figura 75. Módulo de reacción de la subrasante.....</i>	<i>122</i>
<i>Figura 76. Requerimiento Mínimo para resistencia al concreto.....</i>	<i>123</i>
<i>Figura 77. Coeficiente de transferencia de carga.....</i>	<i>125</i>
<i>Figura 78. Coeficiente de drenaje</i>	<i>125</i>
<i>Figura 79. Memoria de Cálculo</i>	<i>126</i>
<i>Figura 80. Influencia de asentamientos de diferentes investigaciones.....</i>	<i>128</i>
<i>Figura 81. Influencia de Pesos Unitarios de diferentes investigaciones.....</i>	<i>130</i>
<i>Figura 82. Influencia de Contenido de Aire de diferentes autores.....</i>	<i>131</i>
<i>Figura 83. Influencia de resistencia a compresión de distintas investigaciones.</i>	<i>133</i>
<i>Figura 84. Influencia de resistencia a tracción de distintas investigaciones.....</i>	<i>135</i>
<i>Figura 85. Influencia de resistencia a flexión de distintas investigaciones.....</i>	<i>137</i>
<i>Figura 89. Estructura de pavimento recomendada para la tipología empleada .</i>	<i>146</i>

RESUMEN

Para esta investigación académica, se llevó a cabo un estudio con el objetivo de examinar el impacto de incorporar fibras de Sisal y Mascarilla quirúrgica (FS-MQ), en las características físicas y mecánicas del concreto y diseño en un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023. Se utilizó una metodología aplicada con un enfoque explicativo y cuantitativo, empleando un diseño experimental y cuasi experimental. El área de estudio cubrió una extensión de 1500 metros de la Av. La Playa. En las mezclas experimentales que incluyeron ambas fibras, solo las dosificaciones del 1% y 1.5% mostraron resistencias superiores a la mezcla de control. En contraste, las dosificaciones restantes tuvieron como resultado una disminución en su resistencias mecánicas; registrando valores de P+0.0% (280 *kg/cm²*, 32.30 *kg/cm²*, 59.00 *kg/cm²*), P+1.00% (310 *kg/cm²*, 38.55 *kg/cm²*, 62.77 *kg/cm²*), P+1.50% (295 *kg/cm²*, 38.10 *kg/cm²* , 61.44 *kg/cm²*), P+2.25% (264 *kg/cm²*, 28.20 *kg/cm²*, 54.20 *kg/cm²*) y P+3.00% (253 *kg/cm²*, 26.80 *kg/cm²*, 51.30 *kg/cm²*), además en sus propiedades físicas, incluyendo mediciones de slump, Olla Washington y peso unitario compactado variando en P+0.0% (4 1/2", 2.5%, 2373 *kg/cm³*), P+1.00% (4 1/3", 1.8%, 2363 *kg/cm³*), P+1.50% (4 1/7", 1.7%, 2356 *kg/cm³*), P+2.25% (3 3/4", 1.6%, 2325 *kg/cm³*) y P+3.00% (3 1/2", 1.6%, 2291 *kg/cm³*). También se llevaron a cabo pruebas para evaluar la segregación, exudación y permeabilidad, los cuales no revelaron inconvenientes debido a la naturaleza convencional del concreto. Para el diseño de pavimento, se determinó un número de ejes equivalente (ESAL) de 14,684,799, categorizándolo como tráfico tipo Tp11 y resultando en un espesor de losa de 23 cm con subbase granular de 15 cm. Las conclusiones indican que la adición de FS-MQ afecta en su manejabilidad decrece, se densifica y ligeramente baja el contenido de aire. Respecto a sus resistencias de FS-MQ influye superando al concreto utilizando al 1.00% (0.25 Fibra Sisal y 0.75 Mascarilla quirúrgica) para compresión, tracción y flexión, aumentando en porcentajes de 10.71%, 19.35%, 2.25% y 6.39% respectivamente.

Palabras Clave: Concreto, Pavimento Rígido, Fibra Sisal, Mascarilla Quirúrgica, Propiedades fisico-mecanico

ABSTRACT

For this academic research, a study was conducted with the goal of examining the impact of incorporating Sisal fibers and surgical mask material (FS-MQ) on the physical and mechanical characteristics of concrete and the design of rigid pavement on La Playa Avenue, Ventanilla - 2023. An applied methodology with an explanatory and quantitative approach was used, employing both experimental and quasi-experimental design. The study area covered an extent of 1500 meters of La Playa Avenue. In the experimental mixes that included both fibers, only the dosages of 1% and 1.5% showed strengths superior to the control mix. In contrast, the remaining dosages resulted in a decrease in their mechanical strengths; recording values of P+0.0% (280 kg/cm², 32.30 kg/cm², 59.00 kg/cm²), P+1.00% (310 kg/cm², 38.55 kg/cm², 62.77 kg/cm²), P+1.50% (295 kg/cm², 38.10 kg/cm², 61.44 kg/cm²), P+2.25% (264 kg/cm², 28.20 kg/cm², 54.20 kg/cm²) and P+3.00% (253 kg/cm², 26.80 kg/cm², 51.30 kg/cm²), as well as in their physical properties, including slump, Washington Pot, and compacted unit weight measurements varying in P+0.0% (4 1/2", 2.5%, 2373 kg/cm³), P+1.00% (4 1/3", 1.8%, 2363 kg/cm³), P+1.50% (4 1/7", 1.7%, 2356 kg/cm³), P+2.25% (3 3/4", 1.6%, 2325 kg/cm³) and P+3.00% (3 1/2", 1.6%, 2291 kg/cm³). Tests were also conducted to evaluate segregation, bleeding, and permeability, which revealed no issues due to the conventional nature of the concrete. For the pavement design, an equivalent axle load (ESAL) of 14,684,799 was determined, categorizing it as Tp11 type traffic, resulting in a slab thickness of 23 cm with a granular subbase of 15 cm. The conclusions indicate that the addition of FS-MQ affects its manageability by decreasing, densifying, and slightly reducing air content. Regarding the resistances, FS-MQ has an influence surpassing the concrete using 1.00% (0.25 Sisal Fiber and 0.75 Surgical Mask) for compression, traction, and flexion, increasing in percentages of 10.71%, 19.35%, 2.25%, and 6.39% respectively.

Keywords: Concrete, Rigid Pavement, Sisal Fiber, Surgical Mask, Physico-mechanical Properties.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, La creciente demanda global de soluciones sostenibles en el dominio de la construcción ha revolucionado la indagación de posibilidades viables con el propósito de perfeccionar la eficiencia y durabilidad de los materiales de construcción, en particular, el concreto. Dentro de esta búsqueda, la adición de fibras naturales y residuos reciclados al concreto ha emergido como una estrategia prometedora obteniendo buenos atributos físico-mecánicos, de forma simultánea se aborda la reducción del daño ambiental asociado con la producción de concreto. Diferentes investigaciones han demostrado que las fibras de sisal y los residuos de mascarillas quirúrgicas, particularmente las que contienen polipropileno, presentan propiedades físicas y mecánicas que podrían contribuir de manera significativa a las características del concreto en los pavimentos rígidos. Las fibras de sisal son reconocidas por su alta resistencia a la tracción, biodegradabilidad, resistencia al ataque de microorganismos y buena adherencia al concreto (ACOSTA, y otros, 2022, pág. 3). Estas propiedades hacen que las fibras de sisal sean un refuerzo potencialmente efectivo para el concreto, mejorando su resistencia y durabilidad. Por otro lado, los residuos de mascarillas quirúrgicas, particularmente aquellas fabricadas con polipropileno, presentan propiedades físicas y mecánicas que también pueden ser útiles en la construcción con concreto. El polipropileno es hecho por mano del hombre capaz de soportar desgaste al estirarse y tensiones, resistencia a la mayoría de los ácidos y álcalis, y excelente estabilidad dimensional (LUNA, y otros, 2021, pág. 5). Cuando estas fibras se incorporan en el concreto, pueden mejorar su resistencia al impacto, a la fractura y a la fisuración. La combinación de estas dos adiciones la fibra de sisal y los residuos de máscaras quirúrgicas de polipropileno en la producción de concreto para pavimentos rígidos es una dirección de investigación emergente y que tiene el potencial de aportar beneficios sustanciales tanto en términos de desarrollo de los atributos del concreto como de sostenibilidad ambiental. La fibra de sisal y los residuos de mascarillas quirúrgicas también tienen el potencial de optimizar la resiliencia de los pavimentos frente a condiciones climáticas adversas, como el calor extremo y las inundaciones (IDREES, y otros, 2022 pág. 1810) . Sin embargo, la falta de estudios sobre la interacción de estos materiales con los ingredientes tradicionales del concreto, así como su efecto en la resistencia y la durabilidad del pavimento, son áreas que aún

requieren investigación. Por lo tanto, la incorporación exitosa de la fibra de sisal y los residuos de mascarillas quirúrgicas en la construcción de pavimentos rígidos requerirá un enfoque multidisciplinario que combine la investigación de materiales, la ingeniería civil y la sostenibilidad. Este estudio se propone contribuir a este esfuerzo, proporcionando evidencia empírica sobre las propiedades y el rendimiento de los pavimentos rígidos con estos materiales adicionados, y estableciendo un marco para su uso en la práctica de la construcción de carreteras.

A nivel nacional, es crucial abordar la infraestructura vial es un tema de gran importancia. De acuerdo con el (MTC, 2021, pág. 7) “existe desde tiempos históricos de indagar en nuevas tecnologías que ayuden en la mejora de las carreteras para garantizar una movilidad segura y eficiente”. Sin embargo, la construcción y el mantenimiento de los pavimentos implican un elevado consumo de recursos y pueden tener un impacto medioambiental significativo. Al mismo tiempo, el país se enfrenta al reto de gestionar adecuadamente sus residuos. De acuerdo con el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2020, pág. 44) “las personas generar altos volúmenes de desperdicios hechos por ellos mismos, incluyendo las mascarillas quirúrgicas, que a menudo terminan en vertederos o en el medio ambiente debido a la falta de infraestructuras de reciclaje eficientes”. En este contexto, la posibilidad de reutilizar la fibra de sisal y los residuos de mascarillas quirúrgicas en la construcción de pavimentos rígidos representa una oportunidad para abordar ambas problemáticas. No sólo podría mejorar las propiedades de los pavimentos, sino que también permitiría dar un valor añadido a los residuos que de otro modo serían desechados, alineándose con los objetivos de sostenibilidad y economía circular promovidos por el MINAM.

En el ámbito local, la Avenida La Playa Ventanilla constituye un ejemplo de una vía que requiere una atención especial debido a su importancia estratégica para la movilidad urbana, el traslado de mercancías y ciudadanos en el área. Además, esta avenida se encuentra expuesta a factores climáticos singulares, como la humedad y la salinidad propia del entorno costero, lo que plantea la necesidad de desarrollar un pavimento rígido que sea resistente a estos factores. En este contexto, la investigación y aplicación de fibras de sisal y residuos de polipropileno, derivados

de las mascarillas quirúrgicas, se realizarán en la Avenida La Playa Ventanilla podrían contribuir a elevar los estándares y la durabilidad del sistema vial, beneficiando y potenciando la integridad de los habitantes que residen en el lugar y la economía regional.

A partir de lo explicado anteriormente, se propone la problemática: ¿Cómo influye la adición de fibra de sisal y mascarillas en las propiedades físico - mecánicas y en el diseño de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla – 2023? De manera similar se presentan los problemas específicos: ¿Cómo influye la adición de fibra de sisal y mascarillas en las propiedades físicas de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023?, ¿Cómo influye la adición de fibra Sisal y mascarilla en las propiedades mecánicas de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023?, ¿La dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarilla influye en las propiedades físicas y mecánicas del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla – 2023?, ¿Cómo influye la adición de fibra Sisal y mascarilla en el diseño de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023?

La justificación de esta investigación se apoya en diversos aspectos. Desde una justificación teórica, se busca la incorporación de nuevas fuentes de refuerzo, como las fibras de sisal y los residuos de mascarillas, donde se determinará una dosificación óptima generando losas de concreto teniendo en cuenta la adición de ambas fibras, además, la investigación buscará llenar vacíos en la comprensión teórica de cómo estos materiales alternativos interactúan y afectan las propiedades del concreto, proporcionando así una base sólida para futuras investigaciones y desarrollos en esta área. Se tiene una justificación metodológica, toma como punto clave del estudio adoptando un diseño experimental detallado que generará nuevos datos y conocimientos acerca de cómo se obtienen nuevos atributos a la dosificación adicionando filamentos de sisal y residuos de mascarillas. Esto no solo proporcionará información valiosa para esta investigación en particular, sino que también establecerá un precedente metodológico para futuros estudios en este campo. La precisión y el rigor del enfoque metodológico permitirán un análisis sistemático de cómo los diferentes porcentajes de estas fibras promueven así esta

generación de hallazgos científicamente sólidos y reproducibles. En una justificación técnica, la investigación puede abrir puertas a nuevas posibilidades generando proyectos de elaboración de losas de concreto en carreteras. Aprovechar los residuos de mascarillas para la producción de concreto puede brindar una solución efectiva a la problemática de su eliminación, a la vez que se potencian las propiedades de los pavimentos. Considerando una justificación Social, la propuesta de reutilizar residuos de mascarillas contribuirá a disminuir la cantidad de estos desechos que se acumulan en los vertederos. Por otro lado, al impulsar la calidad de los pavimentos, se pueden mejorar la garantía de un entorno seguro y agradable para los usuarios de las carreteras. La justificación económica, el uso de residuos de mascarillas y fibras de sisal en la producción de concreto favorece a economizar la construcción, ya que estos materiales son relativamente baratos en comparación con otros tipos de refuerzo. Además, la mejora puede resultar en menores costos de mantenimiento y reparación a largo plazo. Por último, la justificación ambiental de la investigación es incuestionable. Para aprovechar los residuos de mascarillas en la producción de concreto representa una estrategia de reciclaje que puede contribuir a la gestión sostenible de estos residuos. Además, el uso de fibras de sisal, que son biodegradables y provienen de una fuente renovable, también es coherente con los principios de la construcción sostenible.

Este estudio tiene como objetivo general: Evaluar la influencia en las propiedades físico - mecánicas al añadir fibras de sisal y mascarillas en el diseño en un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023. Para lograrlo, se establecen los objetivos específicos que guiarán el desarrollo del estudio. Determinar cómo influye añadir fibras sisal y mascarillas en las propiedades físicas de un pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla – 2023, Determinar cómo influye añadir fibras de Sisal y Mascarillas Quirúrgicas en las propiedades mecánicas del pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla, en el año 2023, Determinar la influencia de la dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarilla influye en las propiedades físicas y mecánicas del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla – 2023, Determinar la influencia de la dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarilla en el diseño del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla - 2023. Esta propuesta buscará adaptarse a las condiciones

particulares del entorno y atender las demandas de los usuarios, contribuyendo a mejorar el nivel de una infraestructura vial y, por ende, a la comunidad local otorgarles un bienestar conforme.

La hipótesis general de este estudio postula que: La adición de fibras de sisal y mascarillas influye positivamente en las propiedades físico - mecánicas y diseño de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla – 2023. A partir de esta hipótesis general, se derivan las hipótesis específicas que abordan aspectos más concretos del problema. Plantean que: La adición de fibras sisal y mascarillas influye en las propiedades físicas del pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla – 2023, La adición de fibras de sisal y mascarilla influye en las propiedades mecánicas del pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla – 2023, La dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarillas influye en las propiedades físicas y mecánicas del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla – 2023, La adición de fibras de sisal y mascarillas influye en el diseño del pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla – 2023. De esta forma, se busca desarrollar una solución que cumpla la necesidad del usuario y promueva el bienestar de la comunidad local.

II. MARCO TEÓRICO

Se revisarán diversas investigaciones que han abordado esta temática, analizando los hallazgos alcanzados y las conclusiones derivadas, buscando entender la influencia de estas fibras en la calidad y durabilidad de los pavimentos rígidos.

En los antecedentes internacionales tenemos la investigación de (AAL, y otros, 2023), tuvo como objetivo principal de examinar los residuos de polipropileno, específicamente provenientes de las máscaras quirúrgicas (HPPM), para optimizar la durabilidad y que atributos ayudan al hormigón utilizado en pavimentos rígidos, aplicando cierta metodología de naturaleza experimental con un enfoque cuantitativo y aplicada, donde se implementaron 6 combinaciones de mezclas con adición de fibras de HPPM entre rangos que oscilan entre el 0% y el 2.5% en volumen para estudiar el efecto que pueda causar a las características del hormigón, desde la trabajabilidad hasta soportar cargas impacto, resistencia abrasivas, capacidad de absorción, porosidad, penetración del agua y permeabilidad. Los resultados del estudio arrojaron hallazgos notables. Se encontró que incorporando hormigón poseía un 2% de fibras de HPPM se obtuvo incrementos significativos a la compresión uniaxial (UCS) de 13.68%, y en la fuerza flexible (FS) de 33.4%. Además, la absorción de agua del concreto disminuyó entre un 25% y un 36% con la adición de 0.5 a 2.5% de HPPM. La conclusión de este estudio apuntó a la viabilidad de utilizar fibras de HPPM en la producción de pavimentos. Este enfoque no solo permite la reutilización de desechos generados durante la pandemia, sino que también contribuye a la producción de un material de construcción eco-amigable y comprometido con la sostenibilidad.

Continuando con los antecedentes internacionales, (JAMSHAD, y otros, 2022,) , su objetivo general fue explorar las características mecánicas del pavimento rígido aplicando fibras celulósicas naturales, incluyendo yute, sisal, caña de azúcar y coco. En su metodología, aplicaron un diseño experimental en el que cada tipo siendo material textil, con dimensiones promedio de 30 mm, se mezcló con una matriz de concreto en proporciones que variaban del 0.5% al 3% en masa. Este enfoque les permitió controlar y variar la cantidad de fibra que se incorporaba en el hormigón, permitiéndoles observar de manera precisa los efectos de dicha variación. Los resultados obtenidos por su equipo indicaron que cuando se realiza el ensayo a compresión aumenta cada carga de fibra hasta un 2% con fibras de

yute y sisal incrementado de aproximadamente un 20.2% y un 11.9% respectivamente. Si vemos los otros ensayos como el de tracción indica incrementos de hasta 137.7% para fibras de yute, 103.8% para sisal, 73.6% para coco, y 34% para caña de azúcar al variar los porcentajes de fibras hasta el 2%. Además, al evaluar el ensayo por flexión incorporando las fibras naturales incrementó al aumentar la carga de fibra hasta el 1.5%, aunque este valor disminuyó para cargas superiores. Al 1.5%, analizaron que para el mismo ensayo era máxima para el hormigón reforzado con fibra de yute (0.369 MPa), seguido del hormigón a base de sisal (0.291 MPa), coco (0.254 MPa) y el hormigón reforzado con sustancia vegetal derivado de la caña de azúcar (0.246 MPa). Finalmente, concluyeron que el hormigón reforzado con fibras naturales puede ser utilizado comercialmente para pavimentos rígidos, posicionándose como un material de construcción sostenible para el futuro.

Continuando con la línea de investigación (Saberian, y otros, 2021), tuvo como objetivo general proponer una solución innovadora que implica la reutilización de las mascarillas quirúrgicas usadas, abundantes en derivados de polipropileno, en aplicaciones de construcción civil, concretamente en las bases y subbases de pavimentos rígidos. La metodología empleada por los investigadores se caracteriza por su enfoque experimental y cuantitativo. Se diseñaron y ejecutaron una serie de experimentos en los que se incorporaron diferentes porcentajes (1%, 2% y 3%) de mascarillas faciales trituradas (SFM) en el concreto reciclado (RCA). Las mezclas resultantes se evaluaron a través de compactación modificada, resistencia a la compresión no confinada y módulo elástico con el objetivo de evaluar su viabilidad y rendimiento en condiciones de aplicación real. La prueba de compactación Proctor modificada, evidencia el incremento en el Contenido de Humedad Óptimo (OMC), que pasó de 11.99% a 13.56% con la inclusión de 0 a 3% de SFM. Paralelamente, la Densidad Seca Máxima (MDD) se redujo de 2.16 a 2.01 Mg/m³. Durante las pruebas de resistencia a la compresión no confinada (UCS), el material que contenían un 1% de SFM mostraron un incremento del 17% en compresión, pasando de 185 a 216 kPa. Sin embargo, al incrementar la proporción de SFM a 2% y 3%, a compresión tuvo valores bajos con 204 kPa y 178 kPa, respectivamente. Por último, los resultados del módulo resiliente (Mr) también revelaron que la

inclusión de 1% de SFM proporcionó el valor más alto, con 314.35 MPa. En conclusión, los investigadores ponen en evidencia que el reciclaje y la reutilización de las mascarillas faciales usadas en la construcción civil es no solo factible, sino altamente beneficioso.

Después de explorar los antecedentes internacionales, es relevante poner en relieve las investigaciones efectuadas en el ámbito nacional. En este sentido, los autores (CAMACHO, y otros, 2022) tuvieron como objetivo general incrementar las propiedades del concreto a través de tres clases de fibras procedentes de plástico reciclado: Polietileno de baja densidad, tereftalato de polietileno y polipropileno. El fin de esta integración fue optimizar el rendimiento y el diseño del pavimento rígido. Con ello se enfocó en una metodología tipo experimental y cuantitativo, ya que se basó en la incorporación de diversos filamentos de origen plástico en varias dosificaciones al concreto, y posteriormente, evaluar cada propiedad mecánica a las muestras. Esto permitió optimizar tanto el espesor de la losa como los costos asociados a la edificación de un sistema vial. Al reforzar el concreto con fibras de PET a una proporción de 2kg/m³, este aumentó el ensayo a flexión en un 20% y un 12.56% a compresión, en contraste con el grupo patrón. Con fibras de polipropileno a 0.65kg/m³, se logró un aumento en ensayos a compresión de un 6.09% y a la flexión de un 22.07%. Sin embargo, el polietileno con poca abundancia a 0.8kg/m³ mostró valores bajo a un 1.8% a compresión, aunque mejoró la resistencia a la flexión en un 2.11%. Concluyeron que el tereftalato de polietileno (PET) con muestras donde el 2 kg/m³ mejora atributos del concreto a la la flexión en un 20% y en un 12.56%, viendo la diferencia con el grupo patrón (concreto sin adición de fibras), por otro lado, el polipropileno a una dosificación de 0.65 kg/m³ incrementa a la flexión en 22.07% y la compresión del concreto en 6.09%.

Otras investigaciones como (VARGAS, y otros, 2020) plantearon como objetivo evaluar el impacto entre fibras sintética recicladas en ensayos que puedan soportar a la deformación aplicado sobre losas de concreto en carreteras. Para ello emplearon una metodología de revisión y análisis de investigaciones previas, tanto nacionales como internacionales, seguido de diversos estudios cuantitativos de la información recabada donde las pruebas de ensayo a la flexión al compuesto de

cemento en los estudios revisados. Buscaban ofrecer una solución para mejorar la resistencia a la flexión y minimizar la fisuración en las muestras, con el objetivo de lograr pavimentos de concreto que satisfagan las normas de servicio. Los resultados revelaron para flexión del concreto hidráulico puede aumentar en 18% con macrofibras de polipropileno (5 Kg/m³), un 37% con fibras de acero (37 Kg/m³), y un 12% con microfibras de polipropileno (0.45 Kg/m³). Sin embargo, dosis más altas redujeron su resistencia. En conclusión, demostraron que, si integramos fibras, ya sean de acero o de polipropileno, puede mejorar significativamente el ensayo a flexión del concreto en carreteras viales. También señalaron que existe una dosificación óptima para cada tipo, y que incrementar la dosificación más allá del punto óptimo no genera mejoras en ensayos que soporten la deformación.

Siguiendo esta tendencia con explorar las aplicaciones tanto residuos de polipropileno como fibras naturales aplicados al pavimento rígido, la investigación de (CHINCHAY, y otros, 2022) tuvo como principal objetivo determinar si el yute era superior para mejorar estas propiedades en comparación con la fibra de sisal, para ejecutar este estudio, se implementó una metodología de tipo hipotético deductivo y a nivel correlacional. Se produjeron 162 muestras y aparte 5 pies cúbicos de concreto, entre ellos en probetas y vigas para respectivos ensayos. Como resultado de su indagación, mostraron que la consistencia del hormigón con la incorporación de fibra de sisal era similar al concreto patrón, que presentó un slump (medida de la consistencia o fluidez) de 4.9 pulgadas. Sin embargo, al evaluar cuanto pesa por volumen el hormigón, se descubrió que la incorporación del material textil al hormigón mantenía esta propiedad física dentro de los límites de un hormigón convencional, es decir, superior a 2200 kg/m³ e inferior a 2400 kg/m³. Al evaluar su $f'c$, se destacó el desempeño de 0.25% de sisal (3 cm), que alcanzó un valor de 378.70 kg/cm², equivaliendo su mejoramiento con valores cerca al 41% con relación al grupo base. Por otro lado, el yute (5cm) y un porcentaje del 0.1% mostró una influencia mínima, resultando una resistencia al colapso de 48.05 kg/cm², en lo que concierne al concreto base mejoras con valores al 2.775%. En conclusión, el estudio determinó que la fibra con mayor rendimiento son los filamentos de sisal al concreto, ya que demostró tener una incidencia mayor en los atributos físico-mecánicos hormigón evaluadas.

Building on the previous body of work exploring the applications of polypropylene fibers in concrete, it is noteworthy that this line of inquiry extends beyond Spanish-speaking research circles. Indeed, valuable insights have also been unearthed in English-language studies. One such significant contribution is the study by (IDREES, y otros, 2022) aimed to find an ingenious and environmentally friendly solution for recycling disposable face masks, the production and use of experienced a significant rise during the COVID-19 pandemic. Moreover, she aimed to assess the mechanical characteristics and longevity of concrete when these mask wastes are included. Her methodology adopted employed a quasi-experimental design and was implemented on a set of 24 concrete cylinders and 6 cubes. The results revealed that adding 0.5% of crushed masks to the concrete increased the compression strength by 8.3%, though it reduced the tensile strength by 13.4%. However, when mask fibers were included at 1% of the concrete volume, the mechanical properties were optimized, increasing the compression and tensile strength by 17.9% and 23.3% severally. In conclusion, the durability of concrete improves with the addition of waste mask fibers in a range from 0 to 1.5%, with 1% being the optimal value. Crushed masks at 0.5% also demonstrated effectiveness in augmenting the concrete's water resistance. This study demonstrates that mask waste, which is contributing to global pollution, can be used sustainably in the construction of greener infrastructures.

This study therefore highlights the potential and versatility of polypropylene fibers to improve the properties of concrete, confirming similar results to Spanish studies. (NARAGANTI, 2021) extensively discussed the potential of fiber cement composites in his research. The aims of the Naraganti study was to investigate the durability of sisal fiber reinforced concrete (SFRC) and sisal steel fiber reinforced concrete (SSFRC), two promising applications that have not been previously reported. In particular, these fiber-cement composites have been evaluated in the study water absorption, rapid chloride permeability and resistance to acid attack. Regarding the methodology, Naraganti used an experimental approach and used steel, polypropylene and sisal fibers in different amounts (0.50%, 1.00%, 1.25% and 1.50%) in the concrete mixtures. The concrete was then tested for water absorption, rapid chloride permeability, and resistance to acid attack. The results showed that with 1.50% sisal content in SFRC, water absorption increased by 76%, while it

decreased to 30%. For SSFRC with 0.2% sisal content. SFRC and SSFRC had percent increases of 1.69% and 2.09%, respectively. However, SFRC had the highest volume loss at 6.52%, which indicates that SSFRC exhibited greater resistance to mass loss and loss of compressive strength. In conclusion, Naraganti found that untreated sisal in any form was not beneficial for durable fiber reinforced concrete structures.

This suggests that while certain fibers can improve the durability of concrete, the specific type of fiber and its processing play a key role. of concrete Extension of the research done (HUSSAIN, y otros, 2020) aimed to explore the effects of various fiber reinforcements on the mechanical traits of both regular and high-strength concrete, as well as to assess the design thickness of jointed plain concrete pavement under identical traffic load circumstances. Their methodology was of a qualitative approach, employing an experimental design of the quasi-experimental level, with a sample of 9 cylinders. The results drawn were that with a volume fraction of 1% of steel, polypropylene, and glass fiber increased the compressive strength of normal strength concrete (NSC) by 9.6%, 5.0%, and 6.9%, respectively. Similarly, in high strength concrete (HSC), improvements of 11.5%, 3.3%, and 9.5% is achieved. In addition, the flexural strength of NSC and HSC increases in a range from 22.6% to 55.8%, depending on the type of fiber used. Residual strength also benefits, especially with steel fiber, which supports between 27% and 32% of the load after the peak of tension. Finally, the thickness of the concrete pavement could be decreased by up to 35% with the inclusion of steel fiber, suggesting considerable optimization in the design of concrete structures. The conclusions of the study's findings highlighted that although steel fibers were superior in minimizing design thickness compared to polypropylene and glass fibers, a cost-benefit evaluation suggests that concretes fortified with steel fiber are not cost-effective in comparison to concretes strengthened with glass fiber and polypropylene when considering the same load bearing capability.

Siguiendo la línea de artículos de investigación de los estudios anteriores, (ACOSTA, y otros, 2022,), se basó primero en su objetivo principal era explorar la influencia de estas fibras, tanto naturales como sintéticas, buscando la influencia

de los atributos del pavimento rígido. La metodología que emplearon fue de carácter aplicado y de diseño cuasi experimental, con un conjunto de muestras constituido por 25 probetas. Los resultados de su estudio señalaron que la presencia de fibras de sisal puede mejorar en soportar al aplastamiento aproximadamente un 6%, mientras que ensayos a tracción aproximadamente cerca al 4%, en comparación con el concreto sin refuerzo. El concreto con polipropileno, en cambio, presentó propiedades prácticamente con una diferencia del 2% en ambas resistencias. De las dos fibras investigadas, concluyeron que la fibra de sisal mostró resultados más prometedores, sugiriendo que las fibras naturales pueden ser una alternativa más sostenible a las fibras plásticas.

Siguiendo la investigación de (BHARATHI, y otros, 2021) enfocó su atención en la búsqueda de alternativas a las fibras sintéticas tradicionales. El objetivo general es explorar el uso de fibras naturales, específicamente fibras de plátano y sisal, como refuerzos para la evaluación de un pavimento rígido, variando el nivel de fibras en el hormigón. En su metodología, fue de carácter aplicado y de diseño cuasi experimental, donde incluyó la incorporación de estas fibras naturales en varias proporciones (0%, 0.5%, 1%, 1.5%, y 2%) en concreto de grado M25. Los materiales resultantes se moldearon utilizando cemento Portland ordinario (grado 53). Los resultados de la investigación mostraron que al aplicarlo con dicha fibra natural su $f'c$ fue de 26.5N/mm^2 a los 7 días y 35.55N/mm^2 a los 28 días, en comparación con el concreto no reforzado que fue de 19.78N/mm^2 y 29.91N/mm^2 , respectivamente. En cuanto a el sisal, su $f'c$ fue de 19.41N/mm^2 a los 7 días y 35.36N/mm^2 a los 28 días, comparado con el concreto no reforzado que fue de 16.88N/mm^2 y 32.13N/mm^2 , respectivamente. Para la resistencia a la tensión, la integración de 1% de fibra de plátano resultó en 2.95N/mm^2 a los 7 días y 3.81N/mm^2 a los 28 días, en comparación con el concreto no reforzado de 1.83N/mm^2 y 3.1N/mm^2 , respectivamente. En el caso de la fibra de sisal, se obtuvo 4.07N/mm^2 a los 7 días y 5.6N/mm^2 a los 28 días, frente al concreto no reforzado de 2.86N/mm^2 y 4.4N/mm^2 , respectivamente. En términos donde se pueda soportar deformaciones, la adición de 1% de fibra de plátano resultó 4.07N/mm^2 a los 7 días y 6.77N/mm^2 a los 28 días, en comparación con el concreto no reforzado de 3.1N/mm^2 y 5N/mm^2 , respectivamente. Mientras que, con la fibra de sisal, se logró

4.36N/mm² a los 7 días y 5.12N/mm² a los 28 días, en comparación con el concreto no reforzado de 2.6N/mm² y 3.94N/mm², respectivamente. Llegaron a la conclusión que las fibras naturales de plátano y sisal pueden ser efectivamente utilizadas como refuerzos en materiales compuestos, lo cual tiene implicaciones significativas para el desarrollo de métodos de construcción más sostenibles y eficientes.

Por otro lado, (PRAKASH, y otros, 2019), tuvo como objetivo investigar el impacto de la incorporación de fibras de polipropileno en el concreto ecológico, fabricado utilizando ceniza volante (un subproducto industrial) como sustituto parcial del cemento, y cáscaras de coco (un residuo agrícola) como agregados gruesos. Ellos aplicaron una metodología de enfoque aplicativo y cuasi experimental, utilizando un total de 30 cilindros como muestra. Los resultados obtenidos muestran un incremento leve pero significativo en soportar aplastamiento CS dentro de un mes, tras la integración de dichas fibras sintéticas, alcanzando valores máximos al aplastamiento de 36,8 MPa y 40,4 MPa con una incorporación de fibras del 0,5% en las mezclas CSF y CSP, respectivamente. Además, pudo observarse valores altos al ensayo a tracción, llegando a un máximo del 24% agregándole el 0,5% de fibras de polipropileno a la mezcla CSP. Por otro lado, la resistencia a la flexión, se observaron incrementos de hasta el 30% y 22% para las mezclas CSF y CSP, respectivamente, con la misma proporción de fibras de polipropileno. Como conclusión, el estudio sugiere que las fibras de polipropileno pueden ser incorporadas de forma efectiva en el hormigón elaborado con cáscaras de coco, logrando así mejorar las propiedades mecánicas del material resultante.

Después de haber explorado los antecedentes tanto internacionales como nacionales, más específicamente, en la utilización de fibras de sisal y polipropileno para potenciar las características del hormigón, es crucial adoptar bases teóricas para comprender aún más estas variables y dimensiones.

Fibras de Refuerzo, son materiales que poseen características físicas como un pequeño diámetro y una longitud discontinua que se adiciona al hormigón con la intención de mejorar ciertos atributos de éste. Cada uno están dividido en dos: fibras naturales y sintéticas como pueden ser de acero, vidrio, polipropileno,

polietileno, entre otros materiales, y se utilizan para aumentar su durabilidad y mejorar otras propiedades.



Figura 1. Tipos de Fibras Naturales

Fuente: (ARROYO, 2003, pág. 2)

Fibras Naturales: Las fibras naturales, derivadas de plantas, animales y minerales, como se puede apreciar en la figura 2, son materiales ecológicos, renovables y de bajo costo, que poseen características físicas como ligereza y alta relación superficie/volumen, y ensayos a la tracción y flexibilidad. Para el sector constructivo, se incorporan al hormigón para mejorar su habilidad para soportar la generación de fisuras, ensayos de tracción y al impacto, dando lugar a lo que se conoce como concreto reforzado con fibras naturales, aunque su utilización también presenta desafíos como garantizar una buena adhesión a la matriz de concreto y su protección contra la degradación por humedad.

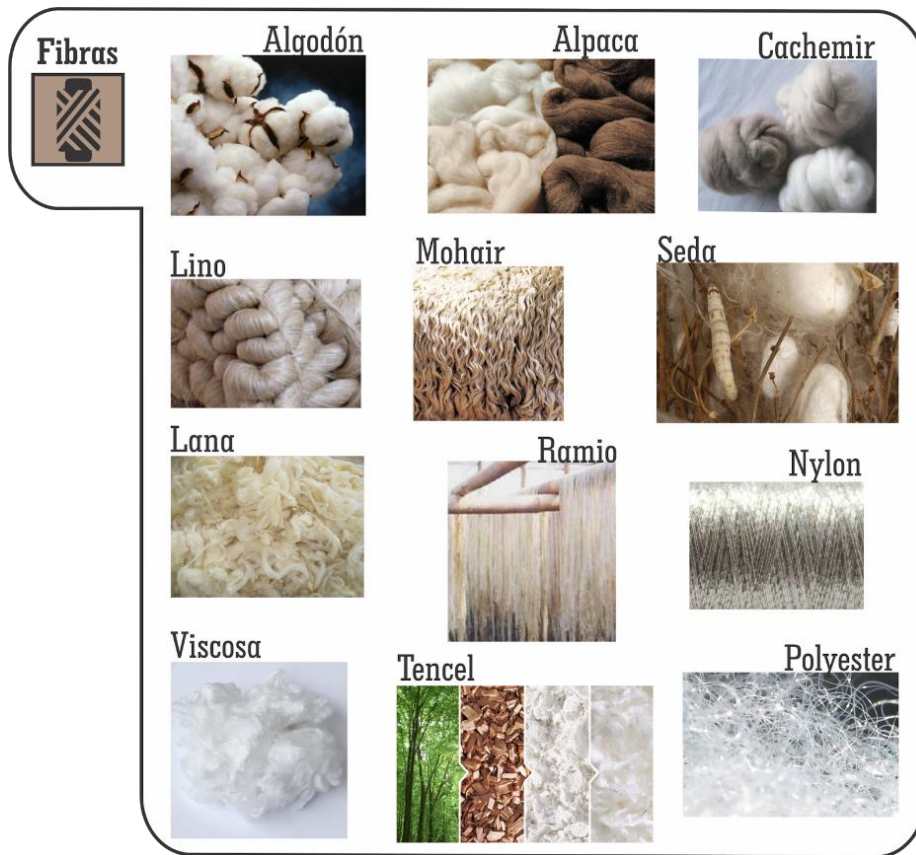


Figura 2. Fibras Naturales según su origen

Fuente: (Dhanabalan, y otros, 2014, págs. 29-34)

La incorporación de fibras de sisal ha demostrado mejorar su capacidad de soportar la fisuración por contracción, incrementando su propiedad de soportar al impacto y la durabilidad del concreto (Filho, y otros, 2005 págs. 537-546)



Figura 3. Bloques de concreto con diferentes % de fibras vegetables

Fuente: (JAMSHAI, y otros, 2022,)

Fibras en el concreto: Al incluir mascarillas, derivadas de fibras sintéticas que se incorporan al concreto mejoran sus atributos físico-mecánicos. La introducción de estas fibras en el material de construcción tiene múltiples beneficios, que se describen a continuación junto con una estimación aproximada de la mejora que pueden proporcionar:

Ductilidad: La ductilidad se entiende como la habilidad del concreto que cambia su forma sin romperse bajo tensión. Las fibras de polipropileno pueden aumentar la ductilidad del concreto en un 1 - 18%, dependiendo de la proporción de fibra en la mezcla. Resistencia a la fatiga: Esta tiene la habilidad de soportar la fractura bajo cargas repetidas. Los filamentos de polipropileno pueden mejorar su soporte a la fatiga del concreto en un 20-40%, al proporcionar un refuerzo distribuido uniformemente que ayuda a retrasar la propagación de fisuras. (AAL, y otros, 2023 pág. 8)

Resistencia a la fuerza cortante: pueden aumentar la resistencia a la fuerza cortante del material cementante en un 15-30%. Las fibras actúan como una especie de "anclaje", lo que ayuda a prevenir el deslizamiento y la separación de las capas de concreto bajo cargas cortantes. (ACOSTA, y otros, 2022, págs. 6-8)

Resistencia al impacto: Posee la habilidad de soportar cargas de impacto, como las causadas por golpes o caídas de objetos. El material fibroso sintético puede mejorar el soporte al impacto del concreto en un 50-100%. Resistencia a la abrasión: Posee la destreza de aguantar el desgaste superficial inducido por el roce o el raspado. Si se adiciona este filamento puede adicionarse la capacidad de soportar la abrasión del concreto en un 1-10%. (AAL, y otros, 2023 págs. 9-12)

De las características de las fibras que se usarán para el diseño de un pavimento rígido, estos factores influyen en el diseño del concreto que son: l_f = Longitud de las fibras (mm), d = Diámetro empleado de la fibra (mm), ρ = Densidad (gr/cm³), Absorción de agua (%), M_r =Módulo de rotura (%), forma y textura

Tabla 1. Propiedades Físicas del Polipropileno

Propiedades Físicas	MAS
Gravedad Específica	0.91
Punto de Fusión (°C)	160
Absorción de agua 24 h (%)	8.8
Resistencia a la Tracción (Mpa)	3.65
Resistencia a la Tracción a la rotura (Mpa)	3.97
Alargamiento a la rotura (%)	118.9
Fuerza de ruptura (N)	19.46
Relación de aspecto	24

Fuente: (AAL, y otros, 2023 pág. 5)

Tabla 2. Propiedades Físicas de la Fibra de Sisal

Fiber Characteristics	Jute Fiber	Sisal Fiber	Sugarcane Bagasse Fiber	Coconut/ Coir Fiber
Fiber diameter (μ)	18 ± 1.1	20 ± 1.2	22 ± 1.2	21 ± 1.1
Fiber fineness (Tex, g/km)	17 ± 1.1	21 ± 1.2	32 ± 1.2	30 ± 1.3
Fiber length (mm)	30 ± 2	30 ± 2	30 ± 2	30 ± 2
Fiber aspecto ratio (-)	167 - 344	200 - 400	136 - 318	143 - 429
Density (g/cm ³)	1.3	1.5	0.82	1.2
Porosity (%)	15 - 17	12 - 14	39 - 42	32 - 35
Cellulose content (%)	61 - 72	66 - 78	45 - 55	32 - 43
Lignin Content (%)	12 - 13	8 - 11	19 - 24	41 - 45
Crystallinity (%)	60 - 65	68 - 70	51 - 53	27 - 33
Angle of orientation (°)	8 - 10	10 - 25	14 - 15	30 - 49
Tensile strength (Mpa)	480 ± 16.2	381 ± 23.6	68 ± 9.1	175 ± 8.2
Elongation at break (%)	2.3 ± 0.1	2.45 ± 0.1	1.5 ± 0.1	3.6 ± 0.2
Modulus (Gpa)	37.5 ± 1.4	28.5 ± 0.8	18.7 ± 0.8	22.0 ± 0.2
Tenacity (cN/Tex)	20.02 ± 1.5	17.7 ± 0.9	14.2 ± 0.4	15.3 ± 0.6

Fuente: (JAMSHAIID, y otros, 2022, pág. 4)

Dosificación de las fibras: con porcentajes definidos de 1, 1.5, 2.5 y 3% respectivamente, se determinó mediante un análisis exhaustivo de los hallazgos de estudios previos.

La máscara quirúrgica, posee una capa interna fabricada generalmente con un tejido no tejido de polipropileno o de celulosa. Este material tiene la finalidad de absorber la humedad y los fluidos que se exhalan al respirar, toser o estornudar. Según la normativa UNE española, esta capa debería ser idealmente de 100% polipropileno spunbond de 20g/m² para ofrecer la máxima efectividad en la absorción de humedad. (CAMACHO, y otros, 2021 págs. 2-122)



Figura 4. Implementación de HPPM en el Hormigón

Fuente: (IDREES, y otros, 2022 pág. 4)

Por otro lado, el polipropileno, una fibra sintética, posee una elevada resistencia al impacto, además de una excelente estabilidad química, incluyendo resistencia a los ácidos y álcalis. Debido a su baja densidad, se dispersa fácilmente en el concreto, mejorando su resistencia y tenacidad.



Figura 5. Empleo de fibras de polipropileno en el concreto

Fuente: (SIKA, 2011, pág. 23)



Figura 6: Obtención de Ambas Fibras

Fuente: (ACOSTA, y otros, 2022, pág. 3)

La sostenibilidad y el impacto ambiental de estas fibras son factores cruciales en la era actual de creciente conciencia ecológica. La fibra de sisal, que se deriva de una planta resistente a la sequía, es biodegradable y compostable, lo que la convierte en una opción ambientalmente amigable. En contraposición, el polipropileno, aunque es reciclable, su fabricación y descomposición pueden implicar un mayor impacto ambiental debido a su origen petroquímico. (JOHN, y otros, 2008 págs. 343-364).



Figura 7. Ciclo de vida de los materiales

Fuente: (SENDRA, 2020,)

En cuanto a sus aplicaciones y usos, ambos materiales poseen una amplia gama de aplicaciones. El sisal es esencial para la producción de cuerdas y alfombras, mientras que el polipropileno se utiliza en una variedad de industrias, incluyendo la alimentaria, la automotriz y la textil (Bledzki, y otros, 1999 págs. 221-274)

Concreto Fibroreforzado (FRC) es un tipo de concreto que incorpora fibras de varios materiales, como acero, vidrio, polipropileno, entre otros, las cuales se dispersan y distribuyen de manera aleatoria en la mezcla para mejorar sus propiedades. De acuerdo con el ACI: "Este material es concreto hecho con cemento hidráulico, agregado, agua y fibras discretas. Debido a las fibras, se puede esperar que el concreto fibroreforzado tenga una mayor resistencia a la fisuración y una mayor ductilidad que el normal." (ACI 544.1R-96, 2002, pág. 15)

El concreto: Consta de una combinación de un aglutinante, agua y agregados. Comúnmente se emplea cemento Portland que, al hidratarse, genera una unión química entre ellos. Normalmente, el agregado comprende entre rangos de 60% - 75% del volumen integral del material constructivo resistente, mientras que el cemento ocupa ciertos rangos de 7% - 15%, y el aire encerrado representa entre el

1 y el 3%. Para ciertas aplicaciones, se pueden introducir pequeñas burbujas de aire que constituyen hasta un 8% del mortero, mediante el uso de sustancias específicas. (PASINO, 2015, pág. 23)

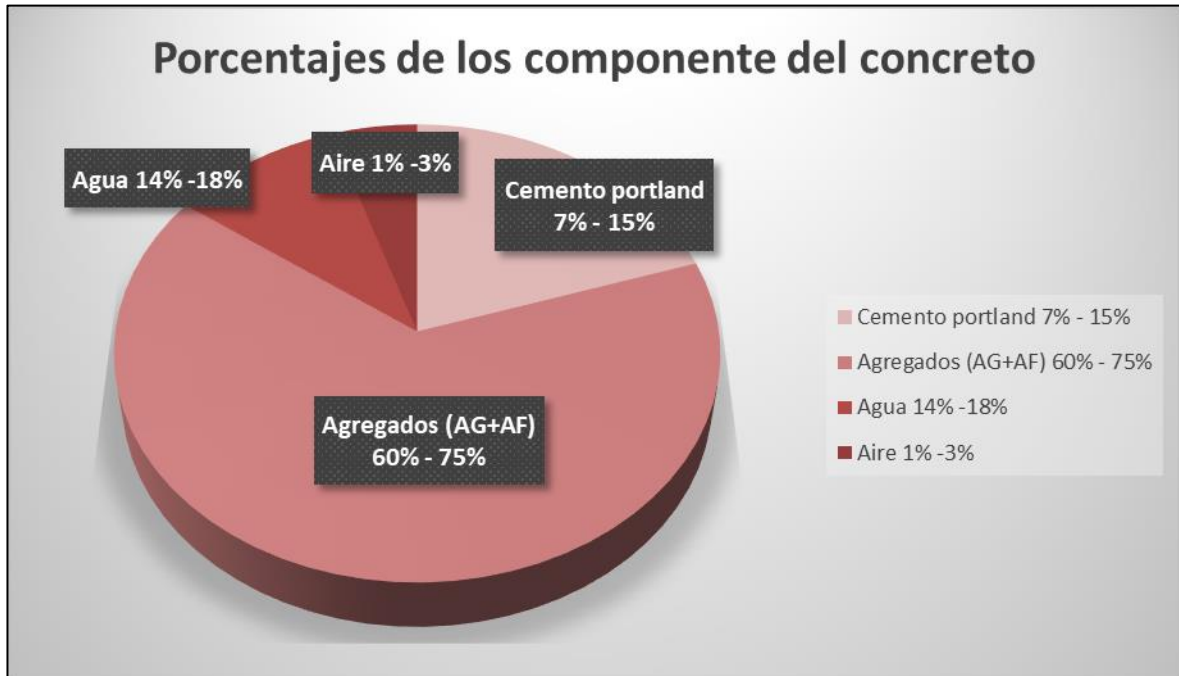


Figura 8. Proporciones comunes en el volumen absoluto de los elementos del concreto

Fuente: (ABANTO, 2009, págs. 10-13)

Componentes del Concreto: El cemento, compuesto que tiene como componente principal es el Clinker, un mineral extraído principalmente de la piedra caliza, la arcilla, la bauxita y el mineral de hierro en lugares conocidos como canteras. Una vez extraídos, estos materiales pasan por una etapa de preparación. Se trituran y muelen hasta convertirse en un polvo fino, formando una mezcla llamada "harina cruda". El siguiente paso es la cocción o calcinación. La harina cruda se calienta en un horno rotatorio a temperaturas extremadamente altas, cercanas a los 1450 grados Celsius. Después de que se ha producido el Clinker, se enfría y se almacena, quedando listo para la etapa final, la molienda. En este último paso, el Clinker se muele y se mezcla con pequeñas cantidades de yeso y otros aditivos. Una vez que el cemento ha pasado por todo este proceso, se empaqueta, generalmente en bolsas, y se distribuye para su uso en la industria de la construcción. (ABANTO, 2009, págs. 10-13). Además, posee cuatro compuestos

principales que contribuyen en el comportamiento del cemento, de los cuales evidenciamos a continuación.

Tabla 3. Constituyentes del cemento

COMPOSICIÓN	MOMENCLATURA	CONCEPTO
Silicato tricálcico	C ₃ S	Alta resistencia inicial
Silicato dicálcico	C ₂ S	Resistencia a largo plazo
Aluminato tricálcico	C ₃ A	Reacciona con el yeso en la fabricación del cemento Portland
Aluminoferrita tricálcica	C ₄ Af	Similar al C ₃ A, resistencia baja.

Fuente: (ABANTO, 2009, pág. 13)

Se debe tener en cuenta cuanto de cemento vas a utilizar en un proyecto de construcción se puede establecer mediante ratios agua-cemento (a/c), lo cual influye en resistencia como en la manejabilidad del concreto. Dependiendo de las condiciones que demanda el proyecto, se podría necesitar una mínima cantidad de cemento para garantizar una determinada trabajabilidad y capacidad de asentamiento del material. Esto deberá estar siempre en conformidad con los estándares de supervisión y las normativas de construcción vigentes. (ABANTO, 2009, pág. 16)

$$Capacidad\ de\ Cemento\ \left(\frac{kg}{m^3}\right) = \frac{Cantidad\ de\ cemento\ adicionado\ \left(\frac{lbs}{m^3}\right)}{a/c}$$

En la ejecución para el proyecto, se empleará el "Cemento Portland Tipo I". Dado la variedad del material cemento a usar posee una aplicación universal y no demanda propiedades excepcionales, su uso se ajusta a las normas establecidas para el cemento portland en la ASTM (C150)



Figura 9. Categorías de cemento Portland

Fuente: (CECAPED PERÚ CAD, 2021, pág. 2)

Agregados: También conocidos como áridos, estos son componentes inertes que, al unirse con los aglutinantes (como cemento y cal) y agua, resultan en la formación de concreto y mortero. Su relevancia se debe a que constituyen cerca del 75% del volumen total en una mezcla de concreto estándar. Asimismo, es crucial que los agregados muestren solidez y perdurabilidad notables, y sean capaces de resistir diversos elementos. Además, es esencial estas partículas estén exentas de cualquier tipo de contaminantes como lodo, sedimentos y compuestos orgánicos que pueden interferir con su unión al cemento. (ABANTO, 2009, pág. 22)

Agregado fino, conocido también como arena o piedra triturada, se identifica por su capacidad para atravesar un tamiz de (#3/8), lo restante se queda almacenado en tamiz #200. Este debe ser aceptado por la ASTM C33 y la NTP 400.037. Los componentes del agregado deben estar libres de impurezas, presentar bordes angulares, aportar resistencia y ser compactas, sin contener material orgánico o cualquier otra forma de contaminantes. (RIVVA, 1992 pág. 30)

Por otro lado, la granulometría se ocupa de la separación de las partículas de los agregados en función al tamaño máximo nominal, el cual se determina mediante su

separación con un conjunto de mallas normalizadas. Estas mallas empleadas en este proceso son las de número 4, 8, 16, 30, 50 y 100.



Figura 10. Límites de granulometría del agregado grueso y fino

Fuente: Elaboración Propia

El Módulo de Fineza es un indicador que nos permite conocer el grado de finura o grosor de un agregado. Este parámetro se obtiene mediante la totalización de los porcentajes que permanecen en los tamices dentro de un conjunto determinado. El cálculo del Módulo de Fineza se efectúa de la siguiente forma:

$$M.F = \frac{\text{Porcentaje sumado retenido (hasta \#100)}}{100}$$

Figura 11: Fórmula para obtener el Módulo de Finura

Fuente: (ABANTO, 2009, pág. 24)

Agregado grueso, originado del desgaste natural de las rocas o a través de su desplazamiento en ríos, también conocido como piedra chancada, se identifica tras ser retenido por un tamiz #4. Este material se encuentra en diversos ambientes, como ríos, y debe tener propiedades resistentes a la intemperie. Antes de ser utilizado, debe asegurarse que esté en buenas condiciones, libre de sustancias orgánicas que puedan interferir en el diseño del concreto. (RIVVA, 1992 pág. 69)

Tabla 4. Límite de sustancias nocivas en el agregado grueso

CARACTERISTICAS	REQUISITO		UNIDAD
	MIN	MAX	
Pasante de la malla N° 200	N.A	1	%
Cloruros solubles		1000	Ppm
Sulfatos solubles		10000	Ppm
Terrones de arcilla y partículas deleznales		5	%
Abrasión por la máquina de los ángeles		50	%
Inalterabilidad por sulfato de magnesio		18	%

Fuente: (ABANTO, 2009, pág. 27)



Figura 12. Análisis del Agregado Grueso

Fuente: Elaboración Propia

Agua; tenemos potable y algunas no potables son usadas en la preparación del concreto si cumplen ciertos preparativos. Es relevante analizar que atributos posee el agua utilizada porque posee un papel importante en la transformación química con el cemento para formar el gel, una aglomeración porosa que es crucial para el comportamiento del concreto. Los silicatos de calcio presentes en material cementante se combinan con agua para formar hidrato de silicato de calcio, componente esencial en mezclas de cemento reforzada. El endurecimiento y resistencia del concreto están influenciadas por el volumen suministrado de agua, aditivo y las características físicas de estos componentes. El curado del concreto prosigue mientras haya cemento sin hidratar, siempre que se mantenga húmedo y a una temperatura favorable. Con relación a esto, es importante que el agua cumpla con las condiciones especificadas en la ASTM C 1603 y en la NTP 339.088, según la (NTP, 2006, pág. 4)

Tabla 5. Valores aceptables para el agua utilizada en la mezcla y el curado según la norma NTP 339.088

DESCRIPCIÓN	LIMITE PERMISIBLE	
Sólidos en suspensión (residuo insoluble)	5,000	Máximo
Materia Orgánica	3	
Alcalinidad (NaCHOCO ₃)	1,000	
Sulfatos (ion SO ₄)	600	
Cloruros (ion CL ⁻)	1,000	
pH	5 a 8	

Fuente: (ABANTO, 2009, pág. 21)

Propiedades físicas del concreto; Las características del material deben estar alineadas con el propósito específico para el que se va a utilizar. Por esta razón, la elección de las proporciones para un metro cúbico de concreto debe facilitar la obtención sobre concreto que posea una característica versátil con propiedades físicas que se pueden ajustar de acuerdo con los requerimientos específicos en el ámbito de la construcción.

Trabajabilidad; Se mide en su estado fresco, es esencial ya que permite que este pueda ser moldeado, transportado y vaciado manteniendo su consistencia (ABANTO, 2009, pág. 47). Varios factores pueden influir en esta propiedad, entre ellos: el volumen de agua utilizado en la mezcla, con más agua generando mayor trabajabilidad; el nivel de material fino en la mezcla, que también incrementa la trabajabilidad; además si agregamos aditivos plastificantes podemos obtener unas mejoras en la trabajabilidad; y finalmente, el tamaño y forma de los moldes utilizados, así como el proceso de compactación.

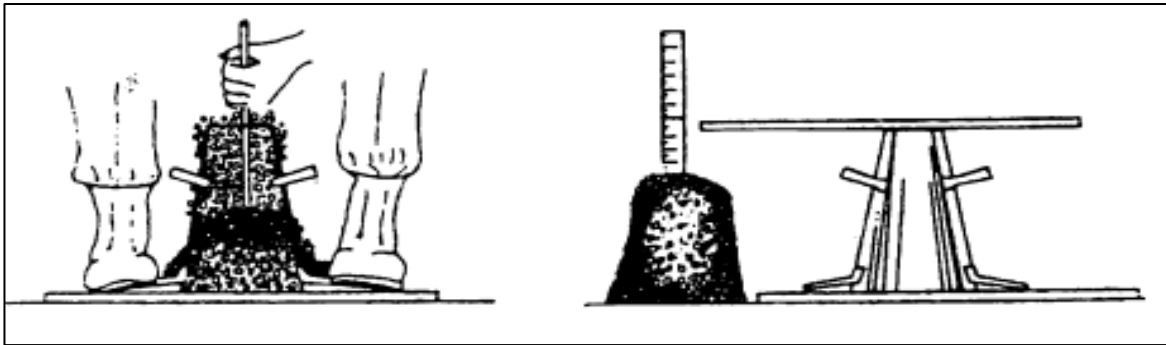


Figura 13. Procedimiento de ensayo del Slump

Fuente: (ABANTO, 2009, pág. 49)

Consistencia; Es una propiedad física que describe la facilidad con la que el concreto fluye. Se relaciona estrechamente con la trabajabilidad, aunque se centra más en el desempeño del concreto cuando aún está fresco. La consistencia adecuada es crucial para garantizar que el concreto se pueda mezclar, desplazar, ubicar y compactar de manera apropiada sin que ocurra una segregación. La prueba de hundimiento del cono de Abrams, aplicación de prueba más frecuentemente aplicado para cuantificar la consistencia del concreto. Esta prueba mide la disminución del slump cuando se retira un cono estándar en el que se ha colocado la mezcla de concreto. Durante el ensayo, el cono se llena en tres capas iguales, cada una de las cuales se compacta con la varilla de compactación un número específico de veces. Después de llenar y compactar la última capa, el cono se retira y se observa la disminución con respecto a la altura del cono. (ABANTO, 2009, pág. 47)

Tabla 6: Clases de Mezclas según asentamiento

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método De Compactación
Seca	0" a 2"	Poco Trabajable	Vibración Normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración Ligera chuseado
Fluida	> 5"	Muy Trabajable	Chuseado

Fuente: (ABANTO, 2009, pág. 49)

Exudación; conocida como "sangrado" en el ámbito de la construcción, es un fenómeno que ocurre en el concreto en su estado fresco. Se refiere a cómo el agua de la mezcla se desplaza hacia la parte superior del concreto después de que ha sido colocado y antes de que inicie su fraguado. Este movimiento de agua sucede porque las partículas sólidas, se asientan en la mezcla de concreto, lo que resulta en un exceso de agua en la parte superior. Aunque un cierto grado de exudación es normal y hasta deseable, ya que ayuda a facilitar el proceso de acabado superficial, una exudación excesiva puede tener efectos negativos en sus atributos y la apariencia en su estado endurecido. (ABANTO, 2009, pág. 48)

Peso Unitario; también conocido como densidad, es la masa por unidad de volumen en Kg/m³ (NTP 339.046, 2008). Esta propiedad es importante en la construcción y diseño de estructuras, ya que tiene un impacto directo en la vida útil del concreto, así como en la carga total que una estructura puede soportar. La fórmula siguiente se emplea para determinar la densidad:

$$P. U. C_{fresco} = \frac{(W_b - W_{me}) - W_b}{Vol.}$$

Interpretación:

W_b = Peso del balde en kg

W_{me} = Peso de la mezcla en kg

Vol.= Volumen del recipiente en m³

Tabla 7: Tipos de concreto según su peso unitario

Tipos de concreto según su peso unitario	Rango	Aplicación
Concreto Convencional	2200-2400 kg/m ³	Construcción Tradicional
Concreto Ligero	< 1900 kg/m ³	Construcción de estructuras livianas y aislamientos
Concreto Pesado	< 6000 kg/m ³	Centrales Nucleares

Fuente: (ABANTO, 2009, pág. 13)

Contenido de aire; se refiere a la presencia de diminutas burbujas contienen aire en la dosificación. Estas burbujas, introducidas intencionalmente durante el proceso de mezclado, siendo fundamental para la durabilidad y trabajabilidad del concreto. Dependiendo del tipo de concreto y su aplicación, el contenido de aire deseado puede variar, pero generalmente se encuentra entre el 4% y el 8% en el concreto que se someterá a ciclos de congelación y descongelación. Los ensayos que se basan en la normativa y las metodologías para medirlo son producidos por varias organizaciones internacionales de estándares. Algunas de las más comúnmente utilizadas incluyen: ASTM C231; ASTM C173; ASTM C138 (ABANTO, 2009, pág. 67)

Tabla 8: Contenido de Aire Atrapado

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO		
T.M.N del Agregado (plg)	T.M.N del Agregado (mm)	Aire Atrapado
3/8"	9.5	3.00%
1/2"	12.5	2.50%
3/4"	19	2.00%
1"	25	1.50%
1 1/2"	37.5	1.00%
2"	50	0.50%
3"	75	0.30%
6"	150	0.20%

Fuente: (COMITÉ ACI 211, 1987, pág. 48)

Propiedades mecánicas del concreto; se refieren a las características que definen su comportamiento bajo diferentes tipos de cargas y esfuerzos. Algunas de las cualidades mecánicas más significativas del concreto se encuentran la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción, al esfuerzo cortante, la resistencia a la flexión, la elasticidad y la ductilidad. Para ello se mide realizando pruebas destructivas en muestras que representen fielmente el material, con tres metas fundamentales: Comprobar si una preparación del material constructivo resistente proporcionada satisface con la tenacidad requerida (f'_c), supervisar la uniformidad de las resistencias y ajustarlas a un grado adecuado en su preparación de concreto, y comprobar cuán resistente es el concreto en su estado actual en la estructura. (PASINO, 2015, pág. 23)

Según la sección 5.6.2.4 del código ACI 318-11S (página 76), "Una prueba de resistencia se debe basar en la media de las resistencias obtenidas de, al menos, dos cilindros de dimensiones 150 mm x 300 mm, o de tres cilindros de 100 mm x 200 mm. Estos cilindros se fabrican a partir de una misma muestra de concreto y se examinan después de 28 días, o en el intervalo establecido para determinar f'_c , la resistencia deseada del concreto."

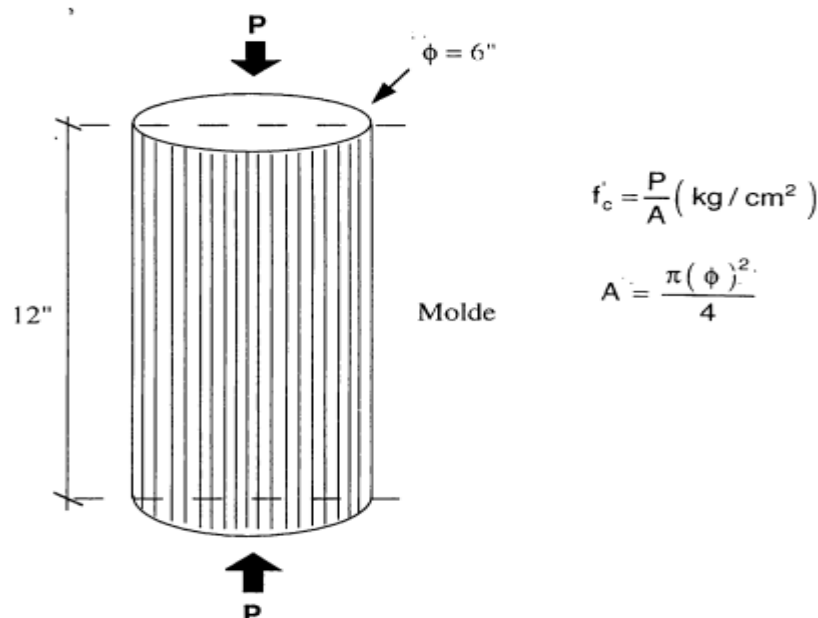


Figura 14. Pruebas de resistencia a la compresión promedio en el laboratorio

Fuente: (ABANTO, 2009, pág. 51)

Resistencia a la compresión; Conocido comúnmente medida en probetas, ya que define atributos para soportar cargas de aplastamiento sin sufrir una deformación permanente o falla. Además, se cuantifica mediante el ensayo de compresión estándar, descrita por la norma ASTM C39/C39M, en la que se aplica una carga axial de compresión a un cilindro de concreto hasta que se produce la falla.

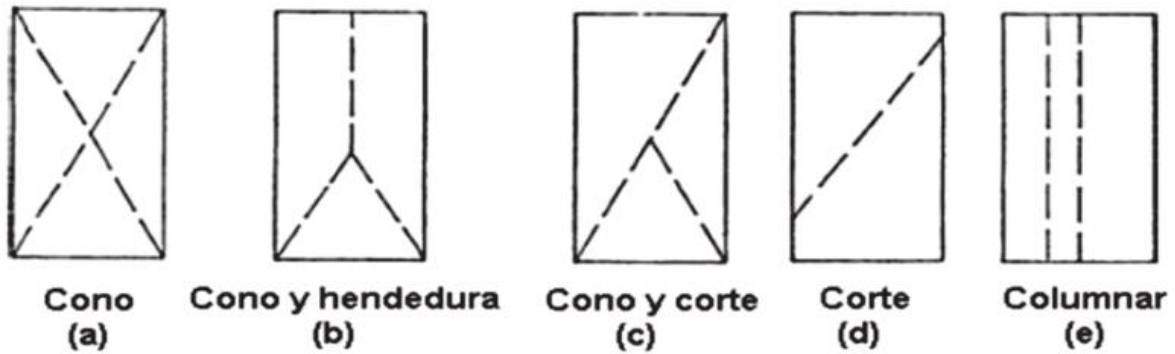


Figura 15. Variedad de Fracturas al realizar ensayos a la compresión

Fuente: (Linares, y otros, 2016 pág. 7)

Con la finalidad de recabar la información necesaria de resistencia a la compresión, se calcula con la siguiente fórmula:

$$Rc = \frac{4G\pi}{d^2}$$

Interpretación

Rc = resistencia a la rotura en kg/cm^2

G = carga máxima aplicada en kg

d = diámetro del cilindro de muestra en cm

Resistencia a la tracción; Aunque el concreto es débil en tensión, esta propiedad es importante porque la mayoría de las estructuras de concreto están sujetas a cierta cantidad de tensión. Se puede medir de tres maneras: tracción directa, flexión y hendimiento, según la norma ASTM C496/C496M.

Para obtener los datos de este ensayo, se calcula con la siguiente fórmula:

$$Rt = \frac{4P}{4LD}$$

En dónde:

R_t = esfuerzo soportado a la tracción del concreto (kg/cm²)

P = Máxima carga aplicada (kg)

L = Longitud del espécimen cilíndrico (cm)

D = Diámetro del espécimen cilíndrico (cm)

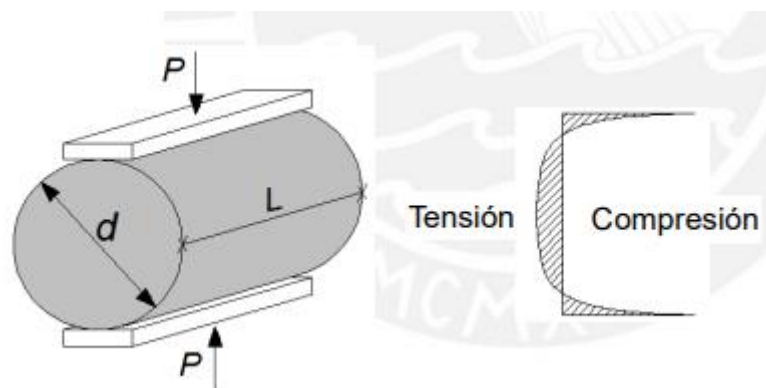


Figura 16. Cargas sometidas a la probeta

Fuente: (PASINO, 2015, pág. 220)

Esfuerzo a la flexión; Esta propiedad describe la habilidad del concreto para soportar la deformación bajo carga de flexión. Se determina generalmente mediante la prueba de viga de concreto bajo carga en el centro o en dos puntos, como se rige en la ASTM C78/C78M.



Figura 17. Cargas empleadas en el ensayo de resistencia a flexión

Fuente: (IMCYC, 2008 pág. 2)

Según la Guía de Diseño de Pavimentos Rígidos de la AASHTO (2018), el diseño de estos pavimentos es un proceso que involucra la consideración de varios factores, incluyendo las cargas de tráfico, las condiciones del suelo, el clima y las propiedades del concreto. Para realizar este diseño de manera eficaz, es esencial contar con un conocimiento sólido sobre las normas y regulaciones para pavimentos rígidos, y asegurarse de que el diseño cumpla con todos los estándares requeridos

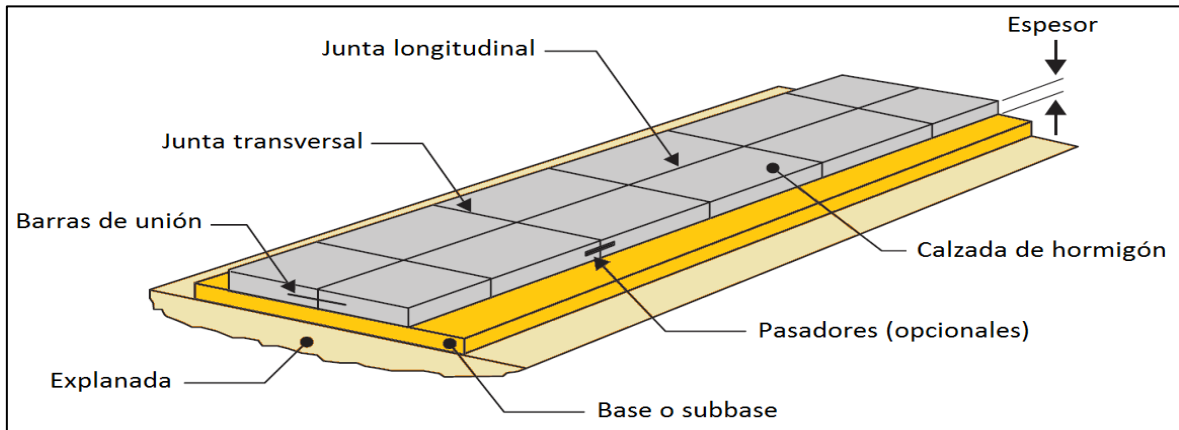


Figura 18. Configuración característica de un pavimento rígido

Fuente: (CALO, y otros, 2015, pág. 125)

La elección de los materiales para pavimentos rígidos es crucial en este proceso. La resistencia y durabilidad del pavimento están ampliamente influenciadas por las características del concreto utilizado. Según (TOLEDO, y otros, 2003 págs. 643-650), su uso como fibras de sisal y polipropileno, puede mejorar la tenacidad del concreto y su resistencia a la fisuración.

Tabla 9. Propiedades físicas de las fibras naturales

	FIBRAS NATURALES VEGETALES							FIBRAS NATURALES MINERALES	
	COCO	YUTE	ALGODÓN	CAÑA DE AZÚCAR	CÁÑAMO	LINO	SISAL	VIDRIO	ACERO
DIÁMETRO EQUIVALENTE (mm)	0.11 - 0.53	0.1 - 0.2	0.12 - 0.22	0.15 - 0.25	0.1 - 0.3	0.12 - 0.16	0.2 - 0.4	0.014	0.15 - 1
DENSIDAD (Kg/m ³)	680 - 1020	1030	1540	310 - 410	1480	1500	1450	2680	7800
ALARGAMIENTO DE ROTURA (%)	14 - 41	1.7 - 1.8	3.0 - 7.0	-	1.6	2.7 - 3.2	2.0 - 2.5	2.0 - 3.5	0.5 - 3.5
RESISTENCIA A TRACCIÓN DE LAS FIBRAS (Mpa)	108 - 250	250 - 350	287 - 800	220 - 290	285	450 - 1100	444 - 552	1700	345 - 3000

Fuente: (SENDRA, 2020 pág. 12)

Uno de los parámetros claves para realizar un pavimento rígido en función a su diseño es el cálculo del espesor de pavimentos rígidos. De acuerdo con (HUANG, 2004,), esta determinación se fundamenta en la evaluación de las cargas de tráfico esperadas, las características del concreto y las circunstancias del terreno. El cálculo correcto del espesor es esencial para garantizar que el pavimento pueda soportar las cargas de tráfico durante su vida útil prevista.

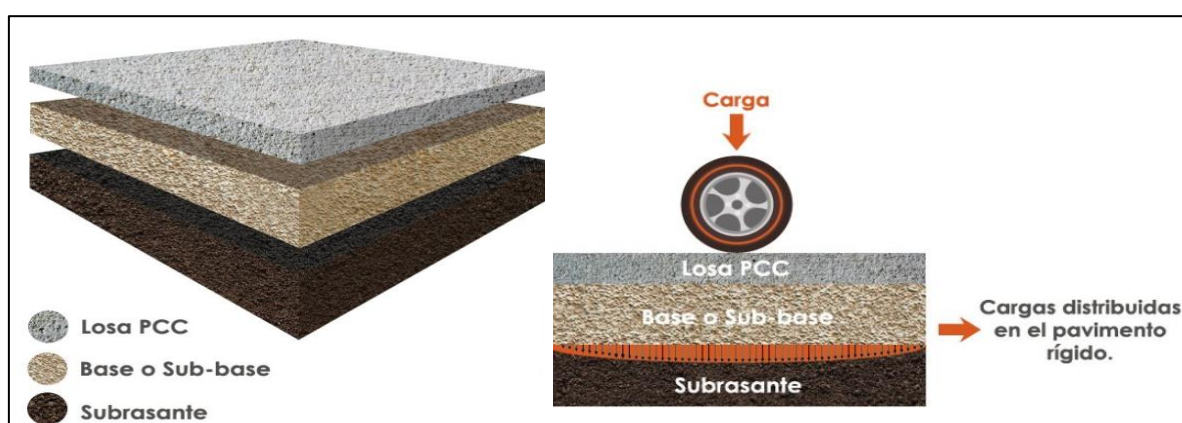


Figura 19. Pavimentos Rígidos

Fuente: (Guillermo, 2019, pág. 1)

Es importante resaltar que si aplicamos filamentos al cemento estructural fen pavimentos rígidos puede afectar en los ensayos tales como la flexión y tensión a rotura en pavimentos rígidos. (BANTHIA, y otros, 2006 págs. 1366 - 1372)

explicaron que las fibras pueden soportar más presión sin romperse o agrietarse. Entonces, en lugar de romperse bajo estrés, el pavimento podría ser capaz de flexionarse o doblarse un poco, lo que podría hacer que dure más y sea más resistente a las cargas pesadas.

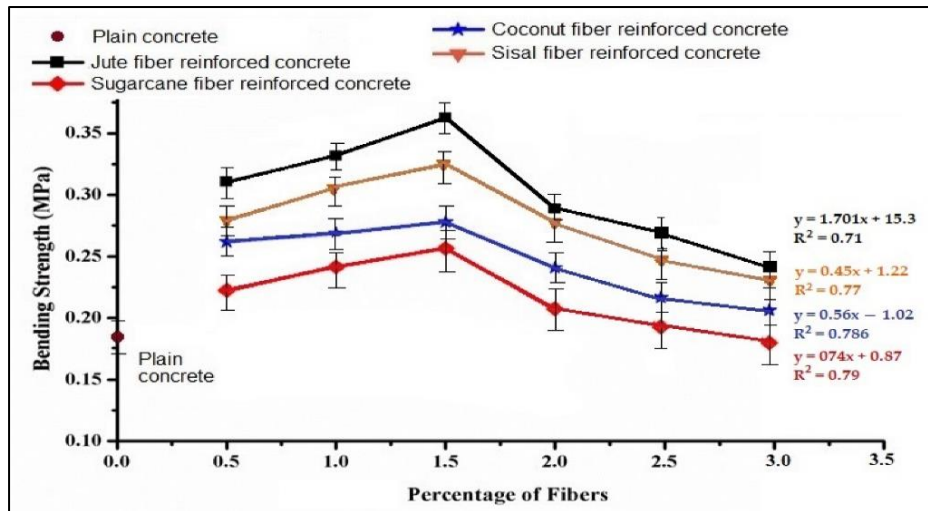


Figura 20. Resistencia a la flexión con diferente % de carga de fibra

Fuente: (JAMSHAID, y otros, 2022, pág. 11)

Los principios de diseño de mezclas para pavimentos rígidos implican determinar que dosificaciones adecuadas de los distintos elementos del concreto. (BANTHIA, y otros, 2007 págs. 1366-1372) sostienen que el diseño de la mezcla debe considerar no solo la resistencia requerida, sino también la trabajabilidad y durabilidad del concreto. Además, los procesos de construcción de pavimentos rígidos abarcan acondicionamiento del suelo, la ubicación de la subbase y subrasante, la mezcla y colocación del concreto, y el acabado y curado del pavimento. Cada una de estas etapas debe realizarse correctamente para asegurar la calidad y durabilidad del pavimento final.

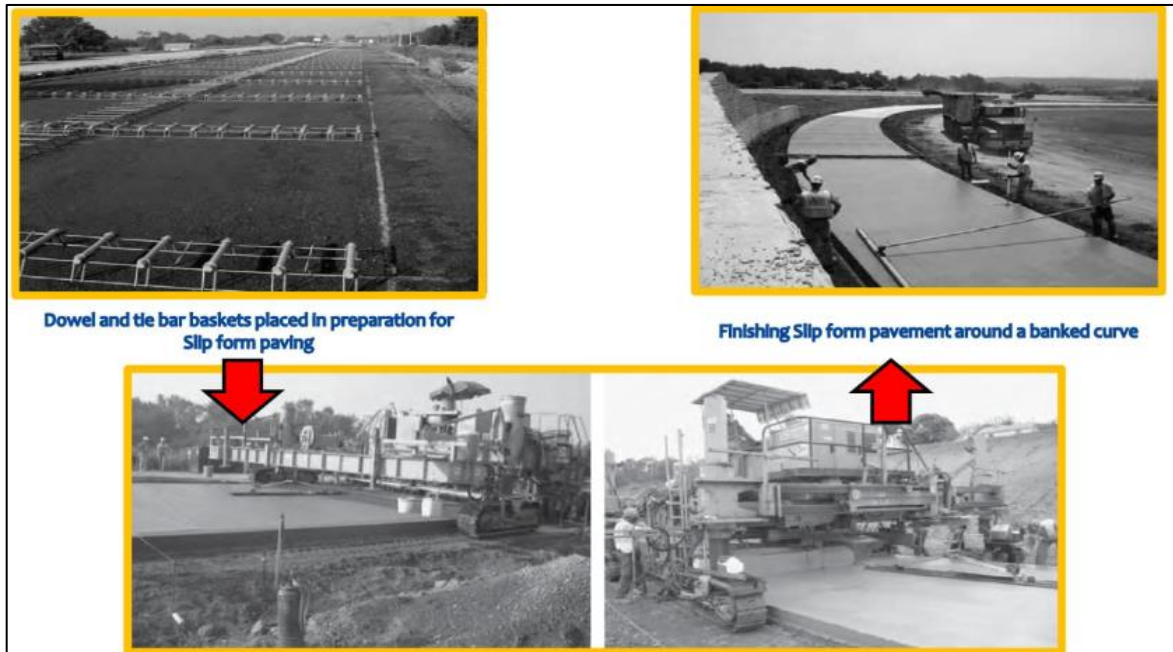


Figura 21. Proceso Constructivo del Pavimento Rígido

Fuente: (ESPINOZA, 2021 pág. 10)

En cuanto al estudio del tráfico vial, (LITMAN, 2014, pág. 15) sostiene la implicación en el examen y valoración de los flujos de vehículos en la red vial. Estos estudios son esenciales para la elaboración de proyectos relacionado a la infraestructura vial, el diseño de pavimentos y la gestión del tráfico. En esta sección, es pertinente incluir tablas o gráficos que representen los datos de tráfico en las áreas estudiadas.

Los métodos para el estudio del tráfico vial pueden variar dependiendo del propósito del estudio. En la investigación de transportes, los métodos más comunes incluyen encuestas, recopilación de datos de campo y modelización de tráfico (ROESS, y otros, 2011, pág. 265) .

Respecto a la clasificación de vehículos en el estudio del tráfico, es fundamental para entender la composición del tráfico. Los vehículos se pueden clasificar en varios tipos como coches, autobuses, camiones ligeros, camiones pesados, motocicletas, entre otros. Esta clasificación es vital para la estimación de cargas en los pavimentos (ROESS, y otros, 2011, pág. 270) .

MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones

OPP FORMATO N° 2

FORMATO RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		ESTACION	
SENTIDO		CODIGO DE LA ESTACION	
UBICACION		DIA Y FECHA	

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMONETAS			BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2		>=3T3
07:00																				
TOTAL																				

ENCUESTADOR : _____ JEFE DE BRIGADA : _____ ING. RESPONS. : _____ SUPERV.MTC : _____

Figura 22. Formato de conteo de vehículos

Fuente: (MTC, 2011, pág. 121)

En cuanto a los flujos de tráfico y tasas de flujo, estos términos hacen alusión al número de autos donde atraviesan un lugar específico durante un periodo de tiempo determinado. Los flujos de tráfico son esenciales para la planificación de la infraestructura vial y el diseño de pavimentos (NI, 2009, págs. 3-17).

El conteo de vehículos es una técnica común en los estudios de tráfico. Consiste en registrar cantidad de vehículos donde pasan un lugar específico en intervalos de periodo determinado. Los datos recopilados son útiles para estimar el volumen de tráfico y la demanda de viajes (NI, 2009, pág. 18).

El CBR (California Bearing Ratio) prueba de penetración desarrollado en California, Estados Unidos, para evaluar la resistencia al soporte de subbases, subgrados y bases de carreteras y pistas de aeródromos. El CBR se ha convertido en un estándar internacional en la elaboración de losas de concreto aplicados a carreteras. Esta prueba determina la capacidad del suelo o de un agregado al ser penetrado por un pistón de área estándar. Se realiza tanto en laboratorio como en campo, aunque en condiciones controladas de laboratorio se obtienen resultados más precisos.

Cálculo de la carga de diseño del pavimento (ESAL): En este primer paso, el objetivo es predecir la cantidad de tráfico que atravesará el pavimento a lo largo de su vida útil. La medida que se utiliza para esto se llama Equivalent Single Axle Load (ESAL), que es una forma de representar todas las cargas que el pavimento soportará, sin importar el tipo de vehículo, en términos de una carga estándar de un solo eje de 18,000 libras. Para calcular las cargas ESAL, necesitamos recopilar datos sobre el tráfico actual y luego hacer proyecciones sobre cómo crecerá ese tráfico en el futuro. Esto puede implicar considerar tendencias demográficas, planes de desarrollo económico, patrones de transporte y otros factores. (MTC, 2014, pág. 229)

Serviciabilidad": Este concepto se refiere a la capacidad del pavimento para proporcionar un viaje seguro y cómodo a los usuarios. Factores como la rugosidad, la resistencia al deslizamiento y la capacidad de drenaje se consideran al evaluar la Serviciosabilidad. (MTC, 2014, pág. 231)

Indice de Servicio	Calificación
5	Excelente
4	Muy Bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
	Intransitable

Figura 23. Índice de servicio según su clasificación

Fuente: (MTC, 2014, pág. 228)

Módulo de Ruptura del Concreto (M_r): Referido a la resistencia a la tensión del concreto, esencial para determinar cuánta tensión puede soportar el concreto antes de romperse. Un alto módulo de ruptura indica una mayor resistencia del concreto (MTC, 2014, pág. 235)

Monograma de AASHTO": Este es una herramienta gráfica utilizada con el objetivo de establecer la profundidad del pavimento requerido basándose en los demás factores como el tráfico, el clima, la confiabilidad, la serviciabilidad y las características del material y del suelo.

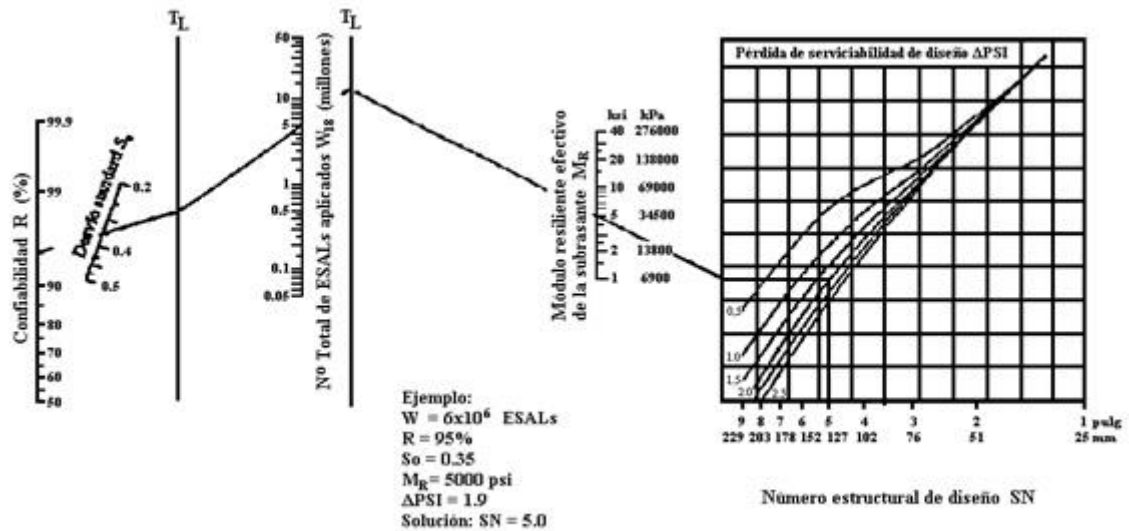


Figura 24. Monograma AASHTO

Fuente: (MTC, 2014, pág. 240)

Cálculo del costo del ciclo de vida: Este paso implica considerar todos los costos asociados a su durabilidad. Esto incluye el costo inicial de construcción del pavimento, los costos de mantenimiento y reparación que se esperan a lo largo de su vida útil, y los costos de reemplazo o rehabilitación del pavimento cuando llegue al final de su vida útil. La idea es entender completamente cuánto costará el pavimento durante su vida entera, sin limitarse a los costos iniciales para su mantenimiento.

Finalmente, las propiedades de la subrasante se refieren a sus atributos físicas y mecánicas del suelo que se utilizará tipo guía para el pavimento. La resistencia, la permeabilidad, clasificación de suelo son algunas de las propiedades más importantes de la subrasante que pueden influir en el diseño y el rendimiento del pavimento (HUANG, 2004, págs. 214-220).

En la especialidad de suelos y pavimentos, se presta mucha atención al diseño de la subrasante para el pavimento rígido. Como mencionó (HUANG, 2004, págs. 230-235) en su libro "Pavement Analysis and Design", la subrasante es la base del pavimento, y su estabilidad y resistencia son fundamentales para la durabilidad e integridad del pavimento. El diseño de la subrasante implica como estimar su capacidad estructural y la adaptación del espesor y los materiales del pavimento a esta capacidad.

Tabla 10. Ensayos del material afirmado

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de Ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Afirmado	Granulometría	MTC E 204	C 136	T27	1 cada 750 m3	Cantera (2)
	Límites de Consistencia	MTC E 111	D 4318	T89	1 cada 750 m3	
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T96	1 cada 2000 m3	
	CBR	MTC E 132	D 1883	T193	1 cada 2000 m3	
	Densidad - Humedad	MTC E 115	D 1557	T180	1 cada 750 m3	Pista
	Compactación	MTC E 117 MTC E 124	D 1556 D 2922	T191 T238	1 cada 250 m3	

Fuente: (MTC, 2014, págs. 21-40)

En conclusión, aunque las fibras de sisal y polipropileno tienen sus propias ventajas y desventajas, ambas representan opciones viables para diversas aplicaciones, dependiendo de los requerimientos específicos de cada caso.

Como enfoques conceptuales tenemos: Fibras de Sisal: Son fibras naturales obtenidas de la planta de sisal. Se usan en diversos ámbitos, incluyendo la construcción, donde pueden usarse para fortalecer el concreto o como componente en productos aislantes. Máscaras Quirúrgicas: Son mascarillas desechables que se

utilizan en entornos médicos para proteger la boca y la nariz del portador, evitando la propagación de gérmenes. Dosificación: Dentro del ámbito del concreto, se alude a la proporción adecuada de los diversos componentes (cemento, agua, agregados) que se mezclan para formar concreto. Concreto: Es un compuesto utilizado en construcción, conformado por la interacción del cemento Portland, con los agregados y el agua. Cuando se endurece, el concreto es muy resistente a la compresión, haciéndolo indispensable en la edificación de infraestructuras. Concreto Reforzado: Es una distribución de concreto (mezcla de cemento, agregados y agua) y acero de refuerzo. El concreto proporciona ensayo a compresión, mientras que el acero proporciona ensayo a tracción, lo que permite al concreto soportar cargas en ambas direcciones. Consistencia: característica que define la facilidad con que se puede manipular la mezcla de concreto. Una buena consistencia permite que el concreto se vierta y moldee fácilmente. Trabajabilidad: hace alusión a qué tan sencillo el concreto fresco puede ser manipulado, vertido y compactado de manera uniforme y sin complicaciones. Exudación: En el concreto, es el proceso mediante el cual el agua se eleva a la superficie después de que el concreto ha sido colocado. Puede ser un indicador de una mezcla de concreto demasiado húmeda. Segregación: Esta condición indica la desagregación de los elementos del concreto (agregados, cemento y agua). Tal situación evidencia la reducción de resistencias y longevidad del concreto una vez se ha endurecido. Masa Unitaria: Es la cuantificación del peso de un volumen unitario sobre un objeto. En el concreto, se utiliza para calcular el volumen de material necesario para un volumen específico. Contenido de Aire: Hace referencia al espacio ocupado por el aire dentro de la dosificación. Este aspecto afecta a la fortaleza y longevidad del concreto. Curva Granulométrica: Es una representación gráfica que muestra en cómo se pueden ver los diferentes tamaños la arena o piedra para la dosificación del concreto. Densidad Relativa: Es el resultado de la comparación entre la densidad de una referencia y del material, normalmente agua. Resistencia a la Compresión: Es la capacidad de un material de resistir fuerzas que intentan comprimirlo o aplastarlo. En el caso del concreto, se mide comúnmente a través de la prueba de compresión en cilindros de concreto. Resistencia a la Tracción: Es la capacidad de un material de resistir fuerzas que intentan estirarlo o tirar de él. Resistencia a la Flexión: Se refiere a la habilidad de un material para resistir agentes

externos que intentan doblarlo. En el concreto, se mide a menudo mediante una prueba de flexión en una viga de concreto. Diseño de Pavimentos: Para determinar el espesor y los materiales adecuados para un pavimento para que pueda soportar las cargas previstas. CBR (California Bearing Ratio): evalúa la resistencia de subbases, subgrados y bases de pavimentos. IMDA: Es una medida del volumen de tráfico en una carretera, calculado como el total de vehículos en un año y luego dividido por la cantidad de días en ese año. Efecto del Tráfico: Este término se refiere al impacto que el flujo vehicular puede tener en las carreteras. La densidad del tráfico, el peso de los vehículos y la frecuencia de su tránsito pueden desgastar y deteriorar la superficie del pavimento con el tiempo. Este factor es esencial para planificar y diseñar infraestructuras viales adecuadas y duraderas. Serviciabilidad: Este es un término técnico que describe qué tan bien una carretera o pavimento puede mantener su funcionalidad y comodidad para los usuarios a lo largo del tiempo, a pesar del desgaste y el deterioro naturales. Factores como la suavidad del viaje, la resistencia al deslizamiento y la capacidad de drenaje son aspectos clave de la serviciabilidad. Módulo de Ruptura del Concreto (M_r): Posee la capacidad del concreto para resistir la fractura cuando se somete a fuerzas de flexión o curvatura. Este factor es vital para determinar la durabilidad y la capacidad del concreto para soportar cargas pesadas sin romperse. Monograma de AASHTO: Este término se refiere a un gráfico o modelo utilizado por AASHTO para calcular el espesor necesario (D) de un pavimento rígido. El monograma tiene en cuenta varios factores, incluyendo las cargas de tráfico, las condiciones del suelo y las propiedades del concreto, para determinar el diseño más eficaz y duradero del pavimento. Coeficiente de Drenaje": La capacidad del pavimento para drenar el agua de lluvia es fundamental para su desempeño y durabilidad. Un buen drenaje previene agujeros, que puede causar daños en el pavimento.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación: Aplicada

Según con (BEHAR, 2008, pág. 20), esta modalidad de investigación es igualmente reconocida como práctica, proactiva y en constante movimiento, y se caracteriza por la implementación de teorías y conceptos previamente establecidos, estando estrechamente vinculada con la investigación básica. Por lo tanto, cualquier investigación de carácter aplicado se apoyará en el marco teórico existente.

En el contexto de este estudio, la investigación aplicada implicará la utilización de teorías y procedimientos ya establecidos para su aplicación en la selección y dosificación de los materiales de pavimento rígido, específicamente la fibra de sisal y el polipropileno. Se buscará potenciar las características de la capa de subrasante y, en consecuencia, la durabilidad y resistencia del pavimento.

Diseño de la investigación: Experimental concuerda con lo que (SAMPIERI, y otros, 2018, pág. 93) establece, la indagación experimental es primordialmente interpretativa, en tanto que su meta es confirmar el impacto que se produce al modificar la variable independiente y examinar las consecuencias o efectos en la variable dependiente. A diferencia de la investigación de campo, el investigador tiene la capacidad de manejar y supervisar las variables. Este proyecto de indagación será de índole experimental, centrado en la elaboración de muestras de pavimento rígido que serán alteradas al ser adicionadas con fibra de sisal y máscaras quirúrgicas, derivados de polipropileno, en distintas proporciones. A través del análisis de la teoría, se concluye que tendrá un diseño experimental.

Nivel de investigación: el enfoque es explicativo donde establece conexiones causa-efecto entre la mezcla de fibras de sisal y residuos de mascarillas quirúrgicas con la resistencia al concreto.

Enfoque de investigación: Es cuantitativo porque recogen datos numéricos y se utilizan métodos estadísticos para analizar las físicas y mecánicas del pavimento

rígido adicionando fibra de sisal y polipropileno, ofreciendo resultados medibles y cuantificables que permiten sacar conclusiones objetivas sobre cuál fibra mejora más significativamente las propiedades y diseño del pavimento rígido.

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente: Fibra de Sisal (*Agave sisalana*) y residuos de polipropileno (Máscaras Quirúrgicas)

Definición conceptual: La *Agave sisalana*, una planta robusta y tenaz que se despliega en forma de roseta, sosteniendo hojas verdes, largas y puntiagudas, que prospera en regiones áridas, desplegándose con espinosas hojas que brotan desde el suelo y llegan a parecer espadas vegetales bajo el sol tropical (JAMSHAD, y otros, 2022, pág. 3)

La máscara quirúrgica, posee una capa interna fabricada generalmente con un tejido no tejido de polipropileno. Según la normativa UNE española, esta capa debería ser idealmente de 100% polipropileno spunbond de 20g/m² para ofrecer la máxima efectividad en la absorción de humedad. (CAMACHO, y otros, 2021 págs. 2-122)

Definición operacional: Las fibras de sisal, derivadas de la *Agave sisalana*, son reconocidas por su resistencia y flexibilidad, además de ser biodegradables. Por otro lado, el polipropileno, comúnmente encontrado en las mascarillas quirúrgicas, es un plástico resistente al calor y a los químicos, con buena resistencia a la compresión. Este estudio, se propone explorar y cuantificar estas propiedades, a través de una dosificación controlada de estos materiales, para analizar su influencia en la resistencia y sostenibilidad de los pavimentos rígidos.

Dimensión: Dosificación y Propiedades Físicas

Indicadores: (1%) [0.25% fibra sisal - 0.75% mascarilla] (1.5%) [0.5% fibra sisal - 1% mascarilla] (2.25%) [0.75% fibra sisal - 1.5% mascarilla] (3%) [1% fibra sisal - 2% mascarilla]

Variable dependiente: Pavimento Rígido

Definición conceptual: El pavimento rígido posee una categoría de pavimento que exhibe una resistencia considerable ante la deformación, transmitiendo las cargas del tránsito a una superficie amplia del terreno de fundación. Esta estructura de pavimento requiere juntas para controlar las grietas debido a las variaciones de temperatura y humedad. Además, en muchos casos, se incluye un tratamiento superficial para proporcionar una adecuada resistencia al deslizamiento y una textura superficial óptima. (MTC, 2018, pág. 233)

Definición operacional: La ejecución de este estudio se fundamenta en la implementación de una metodología empírica in situ para interpretar cada propiedad aplicado a los pavimentos rígidos. Se procederá a la excavación de tres calicatas en los lugares de estudio seleccionados. Estas muestras recogidas serán posteriormente analizadas en el laboratorio para determinar sus características fundamentales. Para enriquecer el análisis, se explorará diversas proporciones derivado de origen natural un material textil que es de sisal y origen sintético los cuales son de mascarillas quirúrgicas para aplicarlo en la dosificación, con el objetivo de optimizar el diseño de un sistema vial. Las variaciones resultantes en las propiedades del material se medirán y compararán, buscando identificar mejoras potenciales en su rendimiento y durabilidad

Dimensión: Propiedades Físicas, Mecánicas y Diseño

Indicadores: Consistencia, Trabajabilidad y Asentamiento (cm), Masa Unitaria (kg/cm³), Contenido de aire (%), Exudación (%), Segregación, Permeabilidad (lt/m²/min), Resistencia a la Compresión (kg/cm²), Resistencia a la Flexión (kg/cm²), Resistencia a la Tracción (kg/cm²), IMDA y CBR (%), Efecto del Tráfico, Serviciabilidad, Módulo de Ruptura del Concreto (Mr) y Monograma de AASHTO

3.3 Población, Muestra y Muestreo

Población

Según (SAMPLIERI, y otros, 2018, pág. 228) el conjunto total de elementos que comprende el campo de interés para deducir resultados de naturaleza teórica, estadística y aplicada. La población finita hace alusión al grupo preciso de elementos de los cuales se obtendrá la muestra, representado con una N a la población que será evaluada.

La población estará conformada por toda la longitud de la Avenida La Playa en Ventanilla, cuenta con una extensión de 1500 metros que será sujeta a la implementación de una losa de concreto incorporando fibra de sisal y fibra reciclada polipropileno.

Criterios de inclusión:

Serán los tramos de la avenida que se encuentren en condiciones adecuadas para la implementación del pavimento rígido

Criterios de exclusión:

Pavimentos flexibles u otros tipos de pavimentos diferentes a los rígidos y aquellos tramos que presenten un deterioro avanzado o condiciones que impidan la correcta implementación del pavimento rígido.

Muestra

La muestra, como define (Sampieri, y otros, 2010, pág. 263) es una parte de la población de la cual se obtienen datos y se considera que representa a la totalidad de la población.

La muestra consistirá en un conjunto representativo de tramos de pavimentos rígidos en la Avenida La Playa Ventanilla. El estudio en cuestión, se implementará una metodología rigurosa que comprende la excavación de cinco calicatas a cielo abierto a una profundidad de 1.5 metros teniendo una visión detallada y concreta de los atributos inherentes del suelo. Esta exploración en profundidad es esencial para clasificar correctamente el suelo, en línea con exigencias establecidas por la Norma Técnica Peruana (NTP 339.150:2012). Tras la clasificación del suelo, se

llevará a cabo el diseño óptimo del pavimento rígido, incorporando una dosificación estratégica de las fibras de sisal y polipropileno. La selección de las muestras se llevará a cabo de acuerdo con las normas

Tabla 11. Distribución de pruebas para las propiedades físicas y mecánicas en función del número de ensayos

Ensayos	C° Patrón			Dosificaciones de FAR												Sub Total	Total
				1%			1.5%			2.25%			3%				
	7 d	14 d	28 d	7 d	14 d	28 d	7 d	14 d	28 d	7 d	14 d	28 d	7 d	14 d	28 d		
Compresión	3												45	90			
Tracción	3												45				
Flexión	-	-	3	-	-	3	-	-	3	-	-	3	-	-	3	15	
Asentamiento	1												5				
Masa Unitaria	1												5				
Contenido de Aire	1												5				

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Se hará uso de las normas ASTM C-39 y ASTM C-496, las cuales establecen pautas sobre proporciones requeridas en relación con las dimensiones en moldes utilizadas. En el marco de este proyecto en particular, se llevarán a cabo tres pruebas utilizando diferentes muestras para cada período de tiempo de fraguado del concreto.

Asimismo, se ejecutarán pruebas teniendo como enfoque analizar cada propiedad del concreto. Estas pruebas incluirán el ensayo de asentamiento, conforme al estándar ASTM C143, evaluando la trabajabilidad del diseño recién preparada. También se llevará a cabo el ensayo de contenido de aire, de acuerdo con la norma ASTM C231, para evaluar la cantidad de aire atrapado en el concreto. Además, se realizará el ensayo de peso unitario, siguiendo la norma ASTM C138, calculando la densidad de la mezcla una vez endurecido.

Muestreo

El muestreo, de acuerdo con (Sampieri, y otros, 2010, pág. 266) es un proceso que utiliza formas sistemáticas y aleatorias de seleccionar una muestra de la población para hacer inferencias sobre la población completa. Este estudio adoptará un enfoque de muestreo no probabilístico, motivado por la naturaleza específica de los datos que se necesitan recolectar. En lugar de seleccionar muestras al azar, la extracción de muestras se realizará teniendo en cuenta las características particulares del estrato del suelo que se está investigando. Por tanto, cada muestra seleccionada se elige específicamente debido a su relevancia y representatividad en términos de las propiedades y condiciones específicas del suelo en cuestión.

Unidad de análisis

Serían los tramos de pavimentos rígidos en la Avenida La Playa Ventanilla que contienen fibra de sisal y fibra reciclada de polipropileno en su composición. Estos tramos serán sometidos a pruebas y análisis para evaluar sus propiedades mecánicas, impacto económico y ambiental, y para proponer un diseño óptimo en dicha mencionada avenida.

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos.

Técnicas de Investigación

El investigador (BEHAR, 2008, pág. 25), es crucial seleccionar cuidadosamente los métodos e instrumentos con el fin de recopilar detallada conocimientos, esto con propósito de asegurar que la información obtenida sea exacta y beneficiosa para atender a los cuestionamientos de la investigación.

Para ello la técnica de recolección de datos que se utilizará será la experimentación directa. En el futuro, se llevarán a cabo pruebas de laboratorio en muestras de pavimento rígido para evaluar sus propiedades cuando se le agrega fibra de sisal y polipropileno. Estas pruebas proporcionarán datos empíricos sobre la resistencia, durabilidad y otras características relevantes del pavimento.

Instrumentos de recolección de datos

Para ejecutar el enfoque de la experimentación directa, se utilizará cualquier tipo de obtención de información específico, que consiste en un conjunto de ensayos estándar de ingeniería civil. Estos ensayos, que están ampliamente reconocidas en la industria de la construcción, comprenden datos a flexión, pruebas a compresión y tracción, entre otros.

Además, es crucial destacar que todas las pruebas serán llevadas siguiendo las directrices y protocolos preestablecidos, asegurando que la información sea preciso y fiable. En Conclusión, de estas pruebas proporcionarán una base sólida de cómo influye al proyecto incorporando filamentos de sisal y polipropileno.

Tabla 12. Lista de Ensayos que se realizarán para la investigación

ENSAYO	ASTM
Resistencia a la compresión	C39/C39M-18
Resistencia a la flexión	C78/C78M-18
Resistencia a la tracción	C496/C496M-17
Slump	C143
Masa Unitaria (kg/cm ³)	C138M
Contenido de aire (%)	C231 (método de presión)
Exudación (%)	C232
Segregación	C1610
Permeabilidad (lt/m ² /min)	C1701
CBR (California Bearing Ratio)	D1883
IMDA	MTC - Sección 203
Efecto del Tráfico	MTC – Cap. 14
Serviciabilidad	
Módulo de Ruptura del Concreto (Mr)	
Monograma de AASHTO	

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Validez: Según (Creswell, 2014,): La precisión de un equipo de medición o procedimiento en relación con su capacidad para medir lo que se propone medir. En el contexto de este estudio, la validez se garantizará mediante la adhesión a estrictas normas y protocolos de prueba, como los establecidos por la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM). Estas normas garantizan que las pruebas realizadas sean apropiadas para los propósitos del estudio y proporcionen medidas precisas de las propiedades que se están investigando. Además, la validez

se fortalecerá al realizar pruebas repetidas en múltiples muestras para minimizar la variación y garantizar que los logros sean satisfactorios para los locales.

Confiabilidad: Para (Tuckman, 1999), la confiabilidad es la consistencia de las medidas de un instrumento o procedimiento de prueba. En el caso de nuestra investigación, la confiabilidad se asegurará a través de procedimientos estandarizados de obtención de información, lo que garantiza la consistencia en todas las pruebas realizadas. Los ensayos se realizarán en condiciones de laboratorio controladas para minimizar la influencia de factores externos. Además, se utilizarán instrumentos de medición precisos y confiables, y se verificarán y calibrarán antes de cada serie de pruebas para asegurar su precisión. Finalmente, los resultados serán revisados y validados por investigadores experimentados para garantizar su precisión y confiabilidad.

3.5 Procedimiento

El procedimiento para realizar el estudio “Diseño y mejoramiento de pavimento rígido con fibra de sisal y residuo de mascarilla en Av. La playa, Ventanilla - 2023” se llevará a cabo de la siguiente manera:

Para el desarrollo del proyecto, primero adquirimos los materiales finos y grueso obtenido de diversas canteras siendo la última la Cantera la Romana, que luego fue llevado al laboratorio para analizar y obtener los resultados necesarios para el diseño óptimo de la mezcla, siguiendo el método ACI 211.1. Posteriormente, se procedió a conseguir las fibras de sisal se compraron en mercados textiles cercanos y una vez en nuestras manos se procesaron para obtener hilos más finos. Por otro lado, recopilamos máscaras quirúrgicas de hospitales utilizando bolsas de seguridad. Una vez recogidas, se procedió a su limpieza y desinfección adecuadas. Finalmente, se llevarán a cabo en probetas y vigas en periodos de 7, 14 y 28 días. Para más detalle se observa el cuadro de procedimientos en la figura 25.

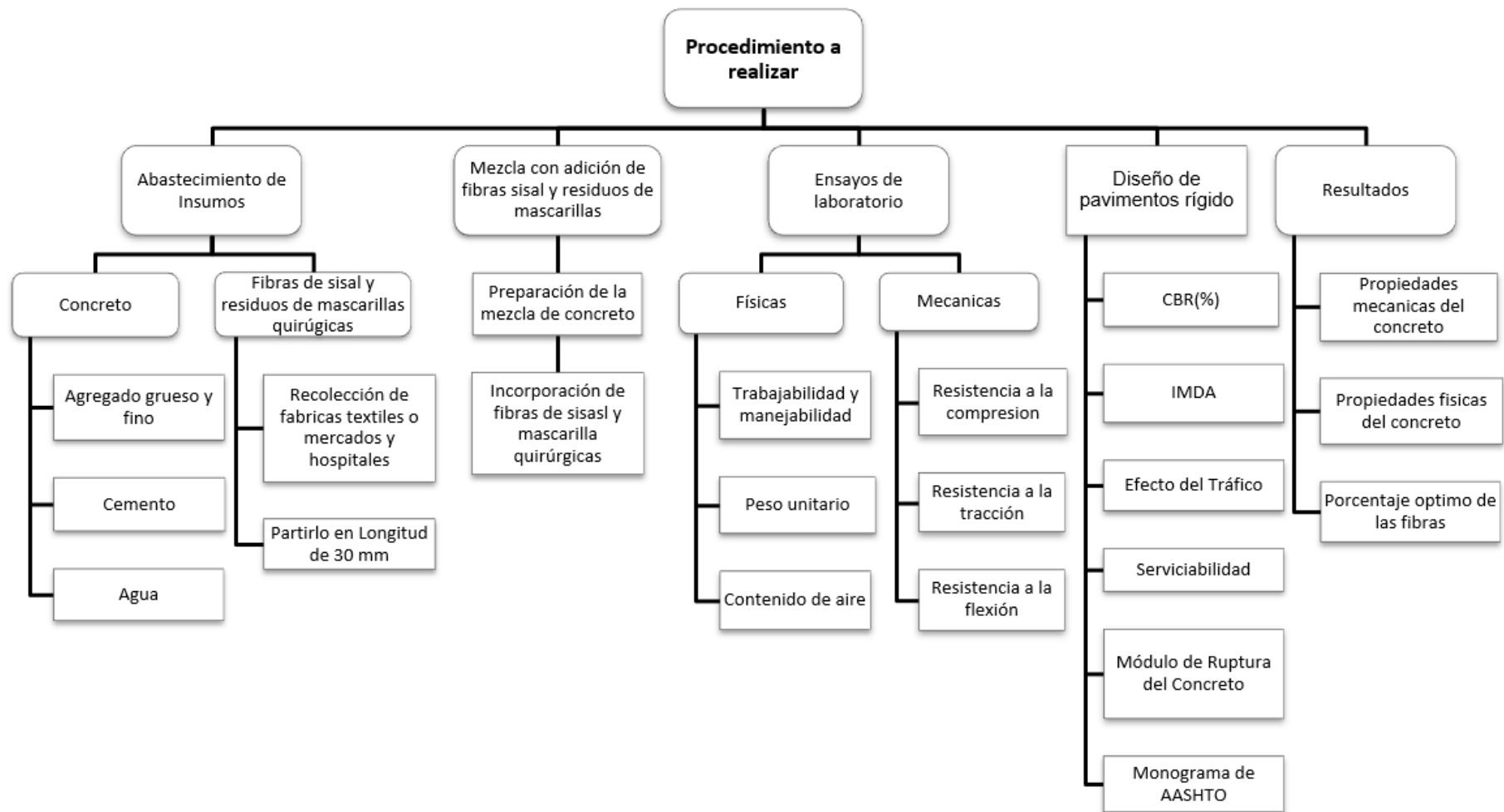


Figura 25. Cuadro de Procedimiento para realizar

Fuente: (Machaca Caso, 2022 pág. 43)

Selección del Material

Se mezclarán los materiales y se crearán materiales de prueba incorporado con fibra de sisal y polipropileno en diversas proporciones. Estas muestras se prepararán adecuadamente antes de las pruebas. Por otra parte, se extrajeron las muestras provenientes de tres canteras: Romaña, Nor Building Sac y Mountain Power con el fin de ensayar los agregados presenta las propiedades para el diseño del concreto con la resistencia requerida. De las mencionadas canteras la primera se sitúa en el distrito de Ventanilla, provincia de Callao, perteneciente al departamento del Callao, a una distancia de alrededor de 10.2 km del centro urbano. Desde el lugar donde se realiza este estudio, el viaje hasta la cantera Romaña dura, aproximadamente, 20 minutos en vehículo.

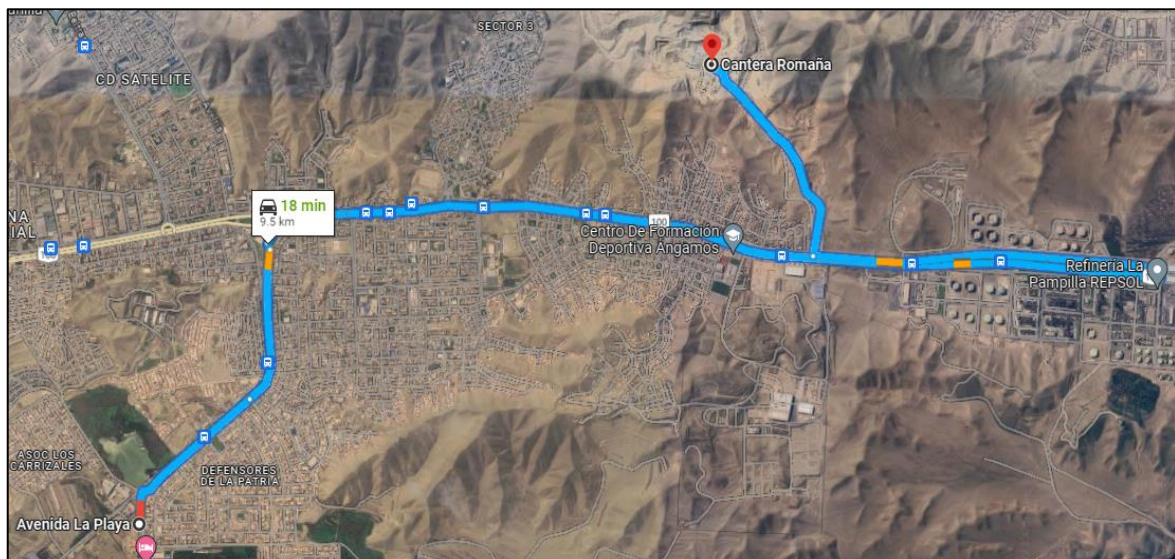


Figura 26. Ubicación de la Cantera Romaña

Fuente: Google Maps

Obtención de los agregados

Las pruebas de laboratorio donde se efectuaron dichos ensayos a través de la granulometría, pruebas para obtener el peso unitario suelto y compacto, el contenido de humedad, pruebas para calcular sus valores reales de los materiales. En estos ensayos, tras obtener las muestras de agregados fino y grueso, se sitúan en un horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas, como se ilustra en la figura 27.



Figura 27. Secado de los Agregados

Fuente: Desarrollado por el Tesista

En el estudio de los agregados gruesos, se siguieron los parámetros establecidos por la norma ASTM C136. La muestra fue tamizada utilizando mallas de distintos tamaños: 2", 1 ½", 1", ¾", ⅜" y N°4. Una vez realizada la tamización, se determinó el peso del material retenido en cada malla. Con esta información, se calculó el porcentaje del material de cada tamaño, lo que a su vez permitió determinar el módulo de finura y el tamaño máximo nominal. A partir de estos datos, se elaboró la curva granulométrica del agregado grueso, mostrando la distribución de las partículas según su tamaño.

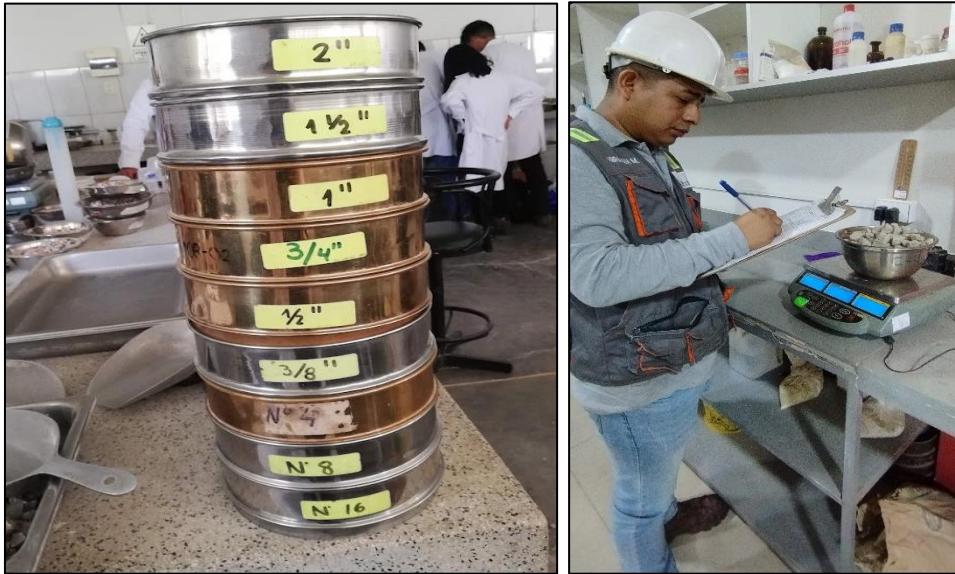


Figura 28. Tamiz del Agregado Grueso

Fuente: Desarrollado por el Tesista

En cuanto a los agregados finos, también se procedió según la norma ASTM C136. La muestra fue tamizada usando mallas de los siguientes tamaños: 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100 y #200. Posteriormente, se determinó el peso del material retenido en cada tamiz. Utilizando estos resultados, se calculó el módulo de finura y el tamaño máximo nominal del agregado fino. Finalmente, se construyó el gráfico que muestra la gradación de tamaños de las partículas, denominado curva granulométrica.



Figura 29. Tamiz del Agregado Fino

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Para medir la humedad de los agregados en su estado natural, se siguió la norma ASTM C566 donde se pesaron las dos muestras ya mencionadas, luego se secaron en un horno durante 24 horas y se volvieron a pesar. La diferencia en el peso nos muestra el contenido de agua que tenían.



Figura 30. Ensayo de Contenido de Humedad de los agregados

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Para el ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado se siguió la norma ASTM C29, donde primero se midió el peso de los agregados cuando se vierten libremente en un molde. Posteriormente, para determinar el peso compactado, los agregados se consolidaron utilizando una varilla metálica, aplicando 25 golpes en tres capas distintas. El peso obtenido se dividió entre el volumen del molde. Este procedimiento se realizó en tres veces para promediar los resultados.



Figura 31. Ensayo de Peso Unitario y Compactado del agregado grueso

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Para el ensayo del peso específico del agregado grueso se siguió la norma ASTM C127, se dispuso la muestra representativa y se insertó en una canastilla para pesarlo. Luego, se hizo una nueva pesada con el agregado sumergido en agua. La relación entre ambos pesos nos proporciona el valor numérico de dicho ensayo



Figura 32. Ensayo del Peso Específico del agregado grueso

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Para el ensayo del peso específico del agregado fino se siguió la norma ASTM C128, se empleó un picnómetro y un molde cono truncado para medir el peso específico del agregado fino. El picnómetro se llenó con una cantidad predeterminada de agua destilada, a la que se añadió posteriormente el agregado fino. Tras asegurar la eliminación de burbujas de aire, se procedió a pesar la mezcla, lo que nos permitió calcular su valor numérico.



Figura 33. Ensayo del Peso Específico del agregado fino

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Obtención de la fibra

Recolección de fibra de sisal:

Para obtener la fibra de sisal en forma de hilos, se obtuvo de forma artesanal de la planta ubicado al pueblo “La Ramada”, perteneciente al distrito de Cutervo en Cajamarca. El proceso comenzó con la recolección cuidadosa de la planta, seguida de su despiece en tiras pequeñas para eliminar la savia presente en su interior, dejando así únicamente la fibra. Estos hilos serían posteriormente sometidos a rigurosas pruebas físicas y mecánicas en nuestro laboratorio.



Figura 34. Extracción de la Fibra Sisal

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Recolección de fibras de polipropileno de máscaras quirúrgicas:

Para recolectar estas fibras, es necesario implementar un proceso sistemático y seguro en los hospitales. Primero, las máscaras usadas se recolectan en contenedores específicos para evitar cualquier contaminación. Una vez recolectadas, se transportan a instalaciones donde se someten a un proceso de esterilización, generalmente mediante calor o tratamientos químicos, para eliminar cualquier patógeno.



Figura 35. Recolección de Máscaras Quirúrgicas

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Preparación de la fibra de Sisal

Posteriormente, la fibra se lavó y secó adecuadamente antes de someterse a un tratamiento de curado con cal, utilizando 5 gramos de cal mezclados por cada litro de agua. Tras el tratamiento, la fibra se dejó reposar hasta secarse completamente, y luego se cortó en tiras de 3 centímetros de longitud, preparándola para su incorporación como aditivo al cemento.



Figura 36. Corte de la Fibra Sisal

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Cemento Empleado

Se empleó CEMENTO PORTLAND TIPO I como material, el cual presenta las siguientes especificaciones técnicas.



PARÁMETRO	UNIDAD	CEMENTO SOL	REQUISITOS NTP-334.009/ ASTM C-150
Contenido de aire	%	7	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	323	Mínimo 260
Densidad	g/cm ³	3.13	No específica
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	303	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	382	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	449	Mínimo 285 (*)
TIEMPO DE FRAGUADO			
Fraguado Vicat inicial	min	129	45 a 375
COMPOSICIÓN QUÍMICA			
MgO	%	2.9	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.8	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.2	Máximo 3.5
Residuo insoluble	%	0.9	Máximo 1.5
FASES MINERALÓGICAS			
C2S	%	12	No específica
C3S	%	55	No específica
C3A	%	10	No específica
C4AF	%	10	No específica

RECOMENDACIONES GENERALES

DOSIFICACIÓN:

- > Utilizar agua, arena y piedra libre de impurezas.
- > Respetar la relación agua-cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- > Para desarrollar la resistencia a la compresión del concreto y evitar grietas, se necesita curar por lo menos durante 7 días.

MANIPULACIÓN:

- > Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- > Usar la vestimenta y epp adecuados: casco, protectores para los ojos, guantes y botas.
- > El contacto con la humedad o con el polvo de cemento sin protección puede causar irritación o daño en la piel.

ALMACENAMIENTO:

- > Las bolsas con cemento deben ser almacenadas en recintos secos, protegidos de la intemperie, lluvia y humedad.
- > Las bolsas deben ser colocadas sobre parihuelas de madera seca, en áreas niveladas y estables. Posteriormente cubrir las con mantas de plástico.
- > Apilar como máximo 10 bolsas de cemento y evitar tiempos prolongados de almacenamiento.

Figura 37. Ficha Técnica del Cemento

Fuente: (UNACEM, 2023, págs. 1-2)

Diseño de mezcla de concreto

El resultado de los ensayos en los áridos, siguiendo las directrices del Comité ACI 21182, orientadas para diseño con resistencia de $f'c=280\text{kg/cm}^2$. En este diseño, se determinará la relación apropiada en términos de cantidad y/o peso de cada elemento del concreto (como cemento, el agregado fino, grueso y agua), así como las concentraciones de las fibras (1.00%, 1.50%, 2.25% y 3.00%).

Tabla 13. Diseño de mezcla para cada porcentaje de fibra

Descripción	Cemento (Kg/m ³)	Agua (Lt)	Sisal (Kg)	Mascarilla (Kg)	A. Grueso (Kg/m ³)	A. Fino (Kg/m ³)
C° Patrón	464	228	-	-	936	648
C° Patrón + 1.00% (0.25% F.S + 0.75% R.M)	464	228	4	7	936	622
C° Patrón + 1.50% (0.50% F.S + 1.00% R.M)	464	228	8	9	936	610
C° Patrón + 2.25% (0.75% F.S + 1.50% R.M)	464	228	11	14	936	590
C° Patrón + 3.00% (1.00% F.S + 2.00% R.M)	464	228	15	19	936	571

Fuente: Desarrollado por el Tesista

3.6 Método de análisis de datos

Durante el estudio “Diseño y mejoramiento de pavimento rígido con fibra de sisal y residuo de mascarilla en Av. La playa, Ventanilla - 2023” se analizarán utilizando técnicas estadísticas apropiadas. Según (Creswell, 2014, pág. 224), los métodos de análisis de datos deben ser sistemáticos y seguir un proceso definido para asegurar la precisión y confiabilidad de las conclusiones.

Inicialmente, se realizará un análisis descriptivo para proporcionar una visión general de los datos recopilados. Además, se realizarán análisis inferenciales para determinar si las diferencias observadas en los ensayos del hormigón reforzado con fibra de sisal y polipropileno son estadísticamente significativas. Esto podría implicar la realización de pruebas de hipótesis, como la prueba de chi-cuadrado, dependiendo de cómo resulten cada información.

3.7 Aspectos éticos

Respecto a las consideraciones éticas, se seguirá las ideas por la Asociación Americana de Psicología (APA) e ISO 690-2017 para la conducta ética en la investigación. Según (Resnik, 2015, pág. 1) estos principios incluyen la veracidad, la objetividad, la integridad, el cuidado, la confidencialidad, la consideración hacia los derechos y la integridad de los demás, así como el compromiso con la sociedad y la conservación del entorno ambiental.

Se garantizará la honestidad en todas las fases de la investigación, desde la acumulación de datos hasta la exposición de los resultados. Se evitará cualquier prejuicio en la interpretación de los datos y se presentarán los resultados tal como se encuentren, sin importar si estos respaldan o refutan las hipótesis iniciales del estudio. Se protegerá la privacidad de cualquier información privada recopilada durante el estudio, y se tratará con el máximo respeto a todas las personas y entidades participantes en la investigación. Además, se tomarán todas las precauciones necesarias para minimizar cualquier daño ambiental durante la recopilación de muestras y la realización de ensayos.

IV. RESULTADOS

4.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:

“Diseño y mejoramiento de pavimento rígido con fibra de sisal y residuo de mascarilla en Av. La playa, Ventanilla – 2023”

Ubicación Política:

Departamento : Lima

Provincia : Callao

Distrito : Ventanilla

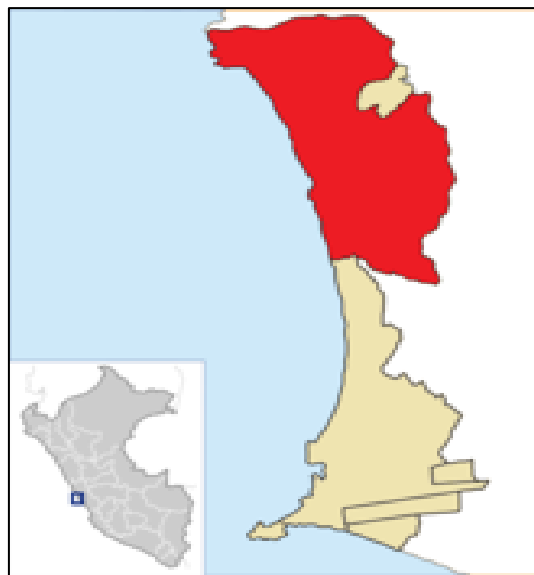


Figura 38. Mapa de ubicación geográfica

Fuente: Municipalidad de Ventanilla, 2022

Límites:

Norte : Distrito de Santa Rosa y el Distrito de Ancón

Sur : Río Chillón, Distrito de San Martín de Porres y el Distrito del Callao

Este : Distrito de Mi Perú y el Distrito de Puente Piedra

Oeste : Océano Pacífico

Ubicación Geográfica:

El distrito de Ventanilla, ubicado en la provincia constitucional del Callao, se extiende cerca del nivel del mar, con una altitud aproximada de 8 metros sobre este. Este territorio, que abarca una superficie de alrededor de 150.56 km², se caracteriza por su riqueza natural, con humedales que sirven de refugio a una diversidad de aves migratorias. Geográficamente, las coordenadas de Ventanilla son aproximadamente 11°52'44"S de latitud y 77°7'14"O de longitud.

Clima:

El distrito de Ventanilla presenta un clima que se puede describir como árido y semicálido. A lo largo del año, Ventanilla es testigo de cielos mayormente cubiertos, un manto grisáceo que se tiende sobre la ciudad y se mantiene predominante, especialmente durante los meses de invierno. Las lluvias son escasas, y cuando

ocurren, suelen ser ligeras y efímeras. Las temperaturas, por su parte, raramente alcanzan extremos, manteniéndose en un rango moderado que oscila entre los 14°C en los meses más fríos y los 28°C en la temporada más cálida.

4.2. RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

Para etiquetar probetas y vigas confeccionadas se pusieron las siguientes codificaciones

Tabla 14. Cuadro de Codificación para las muestras

Descripción	Identificación
C° Patrón	C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)
C° Patrón + 1.00% (0.25% Fibra Sisal + 0.75% Residuos de Mascarilla)	C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)
C° Patrón + 1.50% (0.50% Fibra Sisal + 1.00% Residuos de Mascarilla)	C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)
C° Patrón + 2.25% (0.75% Fibra Sisal + 1.50% Residuos de Mascarilla)	C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)
C° Patrón + 3.00% (1.00% Fibra Sisal + 2.00% Residuos de Mascarilla)	C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)

Fuente: Desarrollado por el Tesista

4.2.1. ENSAYOS EN AGREGADOS

Se llevó a cabo un análisis granulométrico de las tres canteras analizadas de la cual la que tuvo buenos resultados buscando el agregado con la gradación más adecuada fue la cantera Romaña. Los ensayos realizados incluyeron: análisis granulométrico, medición de absorción, determinación de cuánta agua posee, cálculo de la densidad, además de la determinación del peso por unidad tanto en su estado no compacto como compacto

4.2.1.1. Análisis granulométrico de los agregados

Granulometría del Agregado Fino

Se utilizaron mallas específicas, conforme a lo estipulado por la norma ASTM C136. Tras pesar el material retenido en cada tamiz, se consignaron los datos en la tabla 15.

Tabla 15. Cuadro de Granulometrías del agregado fino

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	78.6	5.3	5.3	94.7	95	100
Nº 08	2.360	158.9	10.7	16.0	84.0	80	100
Nº 16	1.180	326.4	22.0	38.0	62.0	50	85
Nº 30	0.600	236.4	15.9	53.9	46.1	25	60
Nº 50	0.300	365.3	24.6	78.5	21.5	10	30
Nº 100	0.150	184.4	12.4	90.9	9.1	2	10
Fondo		11.8	0.8	91.7	8.3		
Módulo de Fineza				2.824			

Fuente: Desarrollado por el Tesista

La representación gráfica de la curva granulométrica nos facilita la comprobación del material satisface los márgenes definidos en la norma ASTM C136.

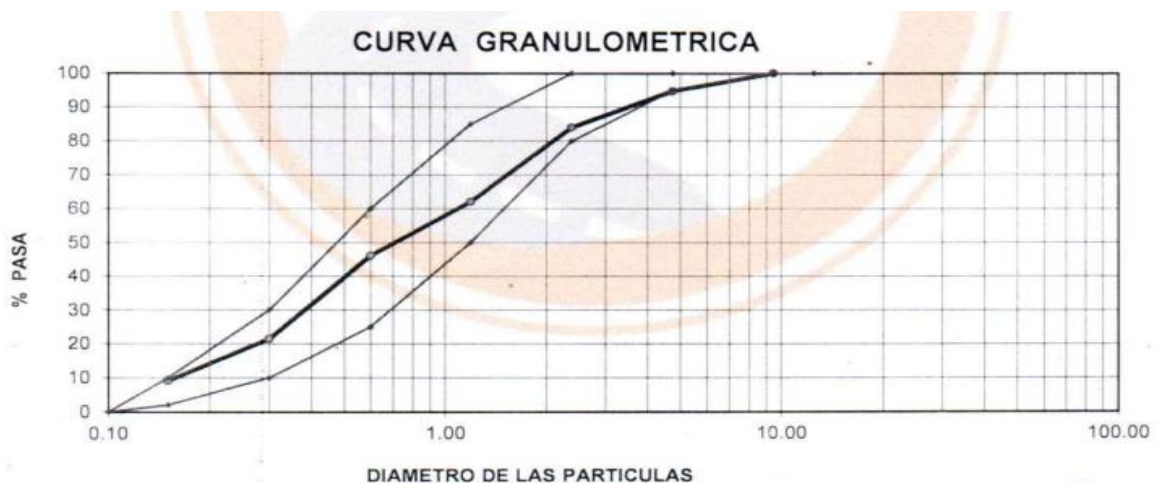


Figura 39. Curva Granulométrica del agregado fino

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: Se evidencia en la figura anterior que la línea negra sombreado representa como se distribuye de manera uniforme dentro de los márgenes permitidos por la norma ASTM C136, presentando una buena gradación. El Módulo de Finura (MF) que es de 2.83, esta detallado en la tabla 15

Granulometría del Agregado Grueso

De igual manera, para este ensayo, se aplicaron las directrices de la norma ASTM C136, utilizando los tamices correspondientes y pesando el material de cada uno. Los datos se encuentran detallados en la tabla 13.

Tabla 16. Cuadro de Granulometría del agregado grueso.

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
2"	50.000	0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
1"	24.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19.050	0	0.0	0.0	100.0	100	100
1/2"	12.500	296.3	5.6	5.6	94.4	90	100
3/8"	9.530	2465.2	46.9	52.5	47.5	40	70
Nº 04	4.750	1785.6	34.0	86.5	13.5	0	15
Nº 08	2.380	0	0.0	86.5	13.5	0	5
Nº 16	1.190	0	0.0	86.5	13.5		
Nº 30	0.590	0	0.0	100.0	0.0		
Nº 50	0.297	0	0.0	100.0	0.0		
Nº 100	0.149	0	0.0	100.0	0.0		
Fondo							
Tamaño Máximo			1/2"	12.5	M.F	6.45	
Tamaño Máximo Nominal			3/4"	19.1			

Fuente: Desarrollado por el Tesista

La representación gráfica de la curva granulométrica nos facilita la comprobación de si el material satisface los márgenes definidos en la norma ASTM C136.

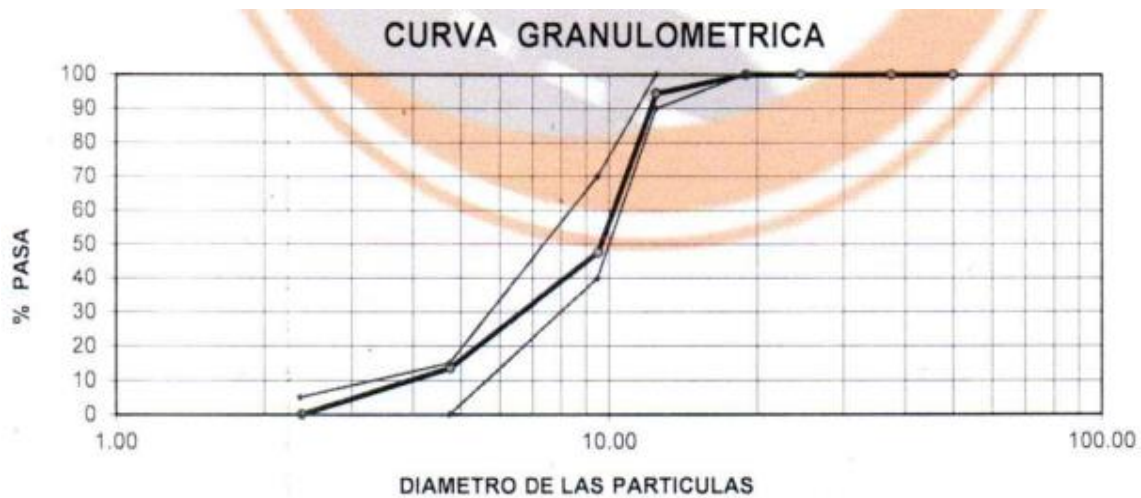


Figura 40. Curva Granulométrica del agregado grueso

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: Como se puede evidenciar en la figura anterior que la línea negra sombreado representa como se distribuye la curva del agregado grueso (AG) de manera uniforme dentro de los márgenes permitidos por la norma ASTM C136, presentando una buena gradación. El Módulo de Finura (MF) que es de 6.45, esta y su TMN fue de 3/4", detallado en la tabla 16

4.2.1.2. Contenido de humedad evaporable de los agregados

Para evaluar la humedad, se seleccionó una porción representativa de la muestra total mediante el proceso de cuarteo. Esta fracción se colocó en un recipiente y se registró su peso inicial. Luego, se sometió en un horno todo el día. Al finalizar, se pesó nuevamente. Con ambos pesos registrados, se procedió a calcular utilizando la ecuación correspondiente:

$$w\% = \frac{W - W_s}{W_s} \times 100$$

Donde:

w%: Porcentaje de humedad del material

W: Peso del material húmedo

Ws: Peso del material seco

Contenido de humedad del Agregado Fino

Tabla 17. Resultado del Contenido de humedad del agregado fino

N°	DESCRIPCIÓN	UND	M - 1	M - 2	Promedio
1	Peso de la tara + Muestra Húmeda	g	364.9	344.7	
2	Peso de la tara + Muestra Seca	g	362.3	342.1	
3	Peso del agua contenida (1-2)	g	2.6	2.6	
4	Peso de la muestra seca	g	276.7	258.0	
Contenido de Humedad (3/4)*100		%	0.94	1.01	0.97

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: El análisis reveló un contenido de humedad del 0.97% indicando que la proporción de agua respecto al peso total del material es mínima. Esta baja proporción de humedad ayuda a minimizar el riesgo de que ocurran una segregación y favorezca la resistencia del diseño a lo largo de la investigación

Contenido de humedad del Agregado Grueso

Tabla 18. Resultado de Contenido de humedad del agregado grueso

N°	DESCRIPCIÓN	UND	M - 1	M - 2	Promedio
1	Peso de la tara + Muestra Húmeda	g	361.0	351.2	
2	Peso de la tara + Muestra Seca	g	360.0	350.0	
3	Peso del agua contenida (1-2)	g	1.0	1.2	
4	Peso de la muestra seca	g	274.4	265.9	
Contenido de Humedad (3/4)*100		%	0.36	0.45	0.41

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: El análisis reveló un porcentaje del 0.41%, esto implica que la mayoría de sus espacios internos están secos, aportando una cantidad insignificante de agua al concreto haciendo que tenga un efecto positivo en la mezcla final del diseño

4.2.1.3. Peso unitario suelto y compactado de los agregados

Al determinar el peso unitario de los agregados, nos enfocamos en dos estados: suelto y compactado. Inicialmente, para el estado suelto, se llena un molde con los agregados y se pesa sin aplicar ninguna presión. Sin embargo, para obtener el peso en estado compactado, se introduce el material en el molde en tres etapas o capas, asegurando que el material quede bien asentado.

Peso unitario suelto y compactado del agregado fino

Tabla 19. Resultado del Peso Unitario Suelto del agregado fino

N°	DESCRIPCIÓN	M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la muestra+ Molde	9162g	9101g	9096g
2	Peso del Molde	5850g	5850g	5850g
3	Peso de la muestra (1-2)	3312g	3251g	3246g
4	Volumen del Molde	2080cm ³		
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra (g/cm ³)	1.592	1.563	1.561
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		1572Kg/m³		

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Tabla 20. Resultado del Peso Unitario Compactado del agregado fino

N°	DESCRIPCIÓN	M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la muestra+ Molde	9362g	9374g	9351g
2	Peso del Molde	5850g	5850g	5850g
3	Peso de la muestra (1-2)	3512g	3524g	3501g
4	Volumen del Molde	2080cm ³		
5	Peso unitario compacto de la muestra (g/cm ³)	1.688	1.694	1.683
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTO		1689Kg/m³		

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: Se evidenció un peso suelto de 1572 Kg/m³, que está dentro del intervalo definido por la norma NTP N° 400.017, rangos establecidos de 1400 Kg/m³ a 1600 Kg/m³. Asimismo, el peso unitario compactado del agregado fino es de 1689 Kg/m³, ajustándose al intervalo de 1500 Kg/m³ a 1700 Kg/m³ que marca la misma norma. Ambos valores cumplen con lo estipulado.

Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

Tabla 21. Resultado del Peso Unitario Suelto del agregado grueso

N°	DESCRIPCIÓN	M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la muestra+ Molde	9040g	9052g	9022g
2	Peso del Molde	5850g	5850g	5850g
3	Peso de la muestra (1-2)	3190g	3202g	3172g
4	Volumen del Molde	2080cm ³		
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra (g/cm ³)	1.534	1.539	1.525
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		1533Kg/m³		

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Tabla 22. Resultado del Peso Unitario Compactado del agregado grueso

N°	DESCRIPCIÓN	M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la muestra+ Molde	9386g	9411g	9392g
2	Peso del Molde	5850g	5850g	5850g
3	Peso de la muestra (1-2)	3536g	3561g	3542g
4	Volumen del Molde	2080cm ³		
5	Peso unitario compacto de la muestra (g/cm ³)	1.700	1.712	1.703
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTO		1705Kg/m³		

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: Se evidenció un peso suelto de 1533 Kg/m³, que está dentro del intervalo definido por la norma NTP N° 400.017, rangos establecidos de 1500 Kg/m³ a 1700 Kg/m³. Asimismo, el peso unitario compactado del agregado fino es de 1705 Kg/m³, ajustándose al intervalo de 1600 Kg/m³ a 1900 Kg/m³ que marca la misma norma. Ambos valores cumplen con lo estipulado.

4.2.1.4. Densidad relativa de los agregados

La NTP 400.021 evalúa dos características del material: su peso específico, que compara el peso del agregado con el del agua, y su capacidad de absorción, que indica cuánta agua puede retener el material.

Peso específico y absorción del agregado fino

Tabla 23. Resultado del Peso Específico y absorción del agregado fino

N°	DESCRIPCIÓN	M - 1
1	Peso de la arena sss + Recipiente + Agua	978.5 g
2	Peso de la arena sss + Recipiente	673.3 g
3	Peso del agua (W=1-2)	305.2 g
4	Peso de arena seca al horno + Recipiente	665.4 g
5	Peso del recipiente	173.3 g
6	Peso de la arena seca al horno (A=4-5)	492.1 g
7	Volumen del recipiente (V=500)	500 cm ³

N°	DESCRIPCIÓN	M - 1
1	Peso específico muestra seca (A/(V-W))	2.526 g
2	Peso específico muestra sss (500/(V-W))	2.567 g
3	Peso específico aparente (A/(V-W)-(V-A))	2.633 g
Porcentaje de absorción (%)		1.61 %

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: Resultó ser de 2.526 g/cm³. Además, el agregado fino demostró una capacidad de absorción del 1.61%.

Peso específico y absorción del agregado grueso

Tabla 24. Resultado del Peso Específico y absorción del agregado grueso

N°	DESCRIPCIÓN	M - 1	M - 2	PROMEDIO
1	Peso de la muestra sumergida (A)	1695g	1652g	
2	Peso muestra Sat. Sup Seca (B)	2976g	3189g	
3	Peso muestra seca (C)	2940g	3152g	
4	Peso específico Sat. Sup Seca (B/(B-A))	2.323g/cm ³	2.075g/cm ³	2.199
5	Peso específico de masa (C/(B-A))	2.295g/cm ³	2.051g/cm ³	2.173
6	Peso específico aparente (C/C-A)	2.361g/cm ³	2.101g/cm ³	2.231
Absorción de agua (((B-C)/C)*100)		1.2%	1.2%	1.20

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: Resultó ser de 2.173 g/cm³. Además, el agregado fino demostró una capacidad de absorción del 1.20%.

4.2.2. Diseño de mezcla de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ (ACI 211.1)

Se empleó el procedimiento según la normativa ACI 211.1 que alcanzara una resistencia nominal de 280 kg/cm^2 . Para ello, los resultados de pruebas realizadas anteriormente en los agregados. Un recopilado de estas características se encuentra disponible en la Tabla 25.

Tabla 25. Cuadro Resumen de los agregados

Descripción	Agregado Fino	Agregado Grueso
Módulo de Finura	2.83	6.45
Tamaño Máximo Nominal	N° 4	1/2"
Peso Unitario Suelto	1572 kg/m ³	1533 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1689 kg/m ³	1705 kg/m ³
Peso Especifico	2.526	2.173
Contenido de Humedad	0.97%	0.41%
Absorción	1.61%	1.20%
Peso Especifico del Cemento	3110 kg/m ³	

Fuente: Desarrollado por el Tesista

La Tabla 26 presenta la composición de la mezcla de referencia, diseñada para lograr una resistencia a la compresión de 280 kg/cm^2 . Esta mezcla específica se seleccionó para su uso en la construcción de pavimentos rígidos.

Tabla 26. Diseño de mezcla patrón $f'c=280\text{ kg/cm}^2$

Diseño de Mezcla Patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2$ (ACI 211.1)		
Componentes	Mezcla para 1m ³	Dosificación por volumen
Cemento	464 kg/m ³	1
Agua	228 lt/m ³	20.9
Agregado Grueso	936 kg/m ³	2.0
Agregado Fino	648 kg/m ³	1.4

Fuente: Desarrollado por el Tesista

La Tabla 27 - 30 muestra la dosificación incorporando las dos fibras en diversos porcentajes (1%, 1.5%, 2.25% y 3%) al concreto, con el objetivo de verificar si alcanzan la resistencia requerida para un pavimento rígido.

Tabla 27. Diseño de mezcla a 1% (0.25% Sisal + 0.75% Mascarilla)

Diseño 1% (0.25% Sisal + 0.75% Mascarilla)		
Componentes	Mezcla para 1m ³	Dosificación por volumen
Cemento	464 kg/m ³	1
Agua	228 lt/m ³	20.9
Sisal	4 kg/m ³	0.01
Mascarilla	7 kg/m ³	0.01
Agregado Grueso	936 kg/m ³	2.0
Agregado Fino	622 kg/m ³	1.3

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Tabla 28. Diseño de mezcla a 1.5% (0.50% Sisal + 1.00% Mascarilla)

Diseño 1.5% (0.50% Sisal + 1.00% Mascarilla)		
Componentes	Mezcla para 1m ³	Dosificación por volumen
Cemento	464 kg/m ³	1
Agua	228 lt/m ³	20.9
Sisal	8 kg/m ³	0.69
Mascarilla	9 kg/m ³	0.85
Agregado Grueso	936 kg/m ³	2.0
Agregado Fino	648 kg/m ³	1.3

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Tabla 29. Diseño de mezcla a 2.25% (0.75% Sisal + 1.5.% Mascarilla)

Diseño 2.25% (0.75% Sisal + 1.5.% Mascarilla)		
Componentes	Mezcla para 1m ³	Dosificación por volumen
Cemento	464 kg/m ³	1
Agua	228 lt/m ³	20.9
Sisal	11 kg/m ³	0.02
Mascarilla	14 kg/m ³	0.03
Agregado Grueso	936 kg/m ³	2.0
Agregado Fino	648 kg/m ³	1.3

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Tabla 30. Diseño de mezcla a 3% (1.00% Sisal + 2.00% Mascarilla)

Diseño 3% (1.00% Sisal + 2.00% Mascarilla)		
Componentes	Mezcla para 1m ³	Dosificación por volumen
Cemento	464 kg/m ³	1
Agua	228 lt/m ³	20.9
Sisal	15 kg/m ³	0.03
Mascarilla	19 kg/m ³	0.04
Agregado Grueso	936 kg/m ³	2.0
Agregado Fino	6 kg/m ³	1.2

Fuente: Desarrollado por el Tesista

OE 1: Determinar cómo influye la adición de fibras sisal y mascarillas en las propiedades físicas de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla – 2023

4.2.3. PROPIEDADES FÍSICAS

4.2.3.1. Medición de la consistencia, trabajabilidad y asentamiento (ASTM C143)

El molde se llenó en tres etapas, utilizando un cucharón para cada una, y luego se compactó cada capa aplicando 25 varillazos. Una vez lleno, se niveló la superficie y, tras retirar el molde, se midió la variación en la altura para determinar el asentamiento de la mezcla.



Figura 41. Ensayo del Slump del concreto

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Utilizando la información recogida, se ha confeccionado el siguiente cuadro:

Tabla 31. Resumen de los resultados de los asentamientos obtenidos

Resultados finales de medición al ensayo				
Dosificación	Asentamiento		Consistencia	Trabajabilidad
	in	cm		
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	4 1/2	11.5	Plástica	Trabajable
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	4 1/3	11.0		
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	4 1/7	10.5		
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	3 3/4	9.5		
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	3 1/2	9.0		

Fuente: Desarrollado por el Tesista

La Figura 42 presenta los resultados de los diferentes asentamientos correspondientes a las variadas dosificaciones aplicadas al concreto.

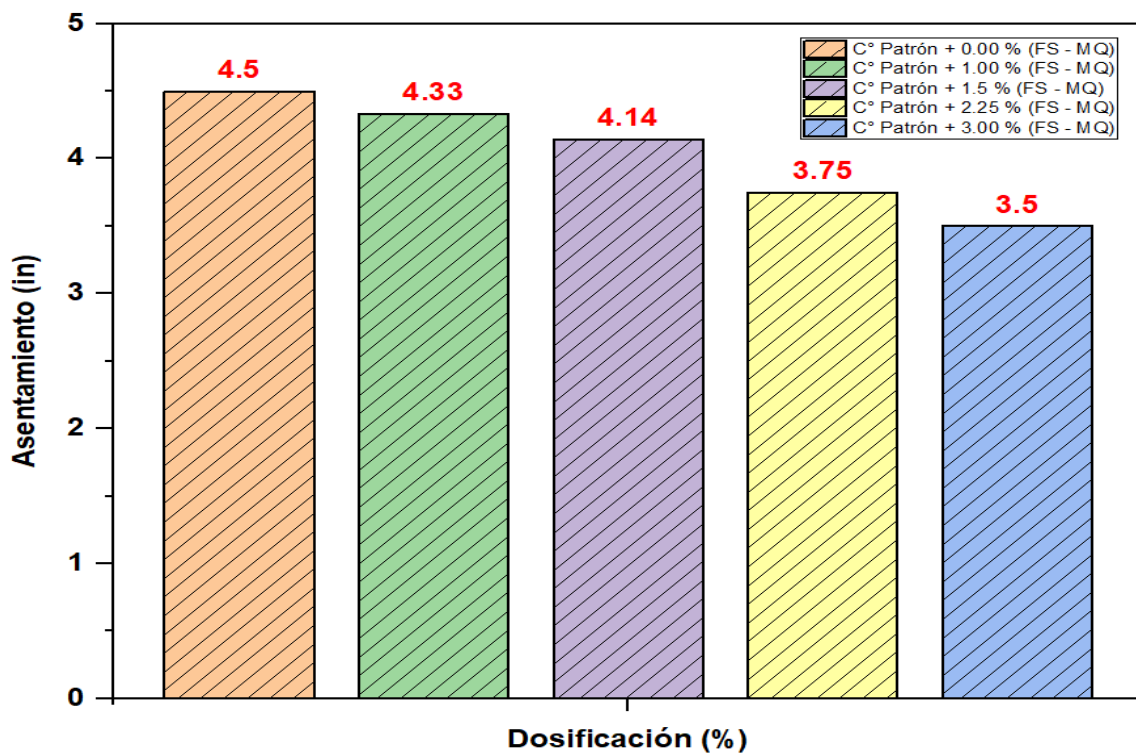


Figura 42. Gráfico de barras de los asentamientos obtenidos de cada dosificación

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: Siguiendo los procedimientos de la norma NTP 339.035 se ha podido obtenidos los siguientes asentamientos registrados para la mezcla patrón y las adicionadas con las fibras (Sisal y residuos de mascarilla) en dosificaciones de 0.00%, 1.00%, 1.5%, 2.25% y 3.00%. Se evidenciaron que la primera muestra, considerada como el estándar, muestra un asentamiento de 4 1/2 pulgadas (11.5 cm). Esta muestra tiene una consistencia plástica y es clasificada como trabajable. La segunda muestra, con una dosificación de C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ), registra un asentamiento ligeramente menor de 4 1/3 pulgadas (11.0 cm), lo que representa una disminución del 4.35% en el asentamiento en comparación con la muestra patrón. A pesar de esta disminución, la muestra mantiene una consistencia plástica y se categoriza como trabajable. Continuando con la tercera muestra, con C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ), se observa un asentamiento de 4 1/7 pulgadas (10.5 cm). Esto indica una reducción del 8.69% en asentamiento comparado con la muestra patrón. Al igual que las anteriores, esta muestra se caracteriza por tener una consistencia plástica y es considerada trabajable. La cuarta muestra, C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ), presenta un asentamiento de 3 3/4 pulgadas (9.5 cm), lo cual refleja una disminución más notable de 17.39% frente al patrón. A pesar de la disminución del asentamiento, se mantiene dentro de la categoría de consistencia plástica y trabajabilidad. Finalmente, la quinta muestra, C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ), muestra un asentamiento de 3 1/2 pulgadas (9.0 cm), siendo esta la reducción más significativa de 21.74% en comparación con la muestra patrón. Aunque es la que menor asentamiento presenta, continúa siendo plástica y trabajable. Todos estos valores corresponden a una consistencia plástica según la Tabla 6, donde las clases de mezclas se definen según el asentamiento. Además, siguiendo los parámetros de la Tabla 6, todas las muestras son clasificadas como trabajables, lo que indica que pueden manejarse, transportarse y colocarse adecuadamente con los métodos de compactación apropiados, como la vibración normal o ligera, según sea necesario.

4.2.3.2. Medición del peso unitario del concreto (ASTM C138)

Se llevó a cabo utilizando la Olla de Washington. En este proceso, se llenó la mezcla en tres capas, cada ensayo se hizo con los porcentajes previamente mencionados de las fibras.

Figura 43. Medición del Concreto fresco



Fuente: Desarrollado por el Tesista

Tabla 32. Pesos unitarios del concreto obtenidos de cada dosificación

PESO UNITARIO DEL CONCRETO					
Descripción	Patrón	1.00%	1.50%	2.25%	3.00%
Peso de la Muestra + Molde (gr)	10785	10765	10750	10685	10615
Peso del Molde (gr)	5850	5850	5850	5850	5850
Peso de la Muestra (1-2) (gr)	4935	4915	4900	4835	4765
Volumen del Molde (cc)	2080	2080	2080	2080	2080
Peso Unitario de la Muestra (kg/m³)	2373	2363	2356	2325	2291

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Como se visualiza los datos correspondientes al ensayo para la muestra de control y las muestras experimentales en la siguiente Figura 44.

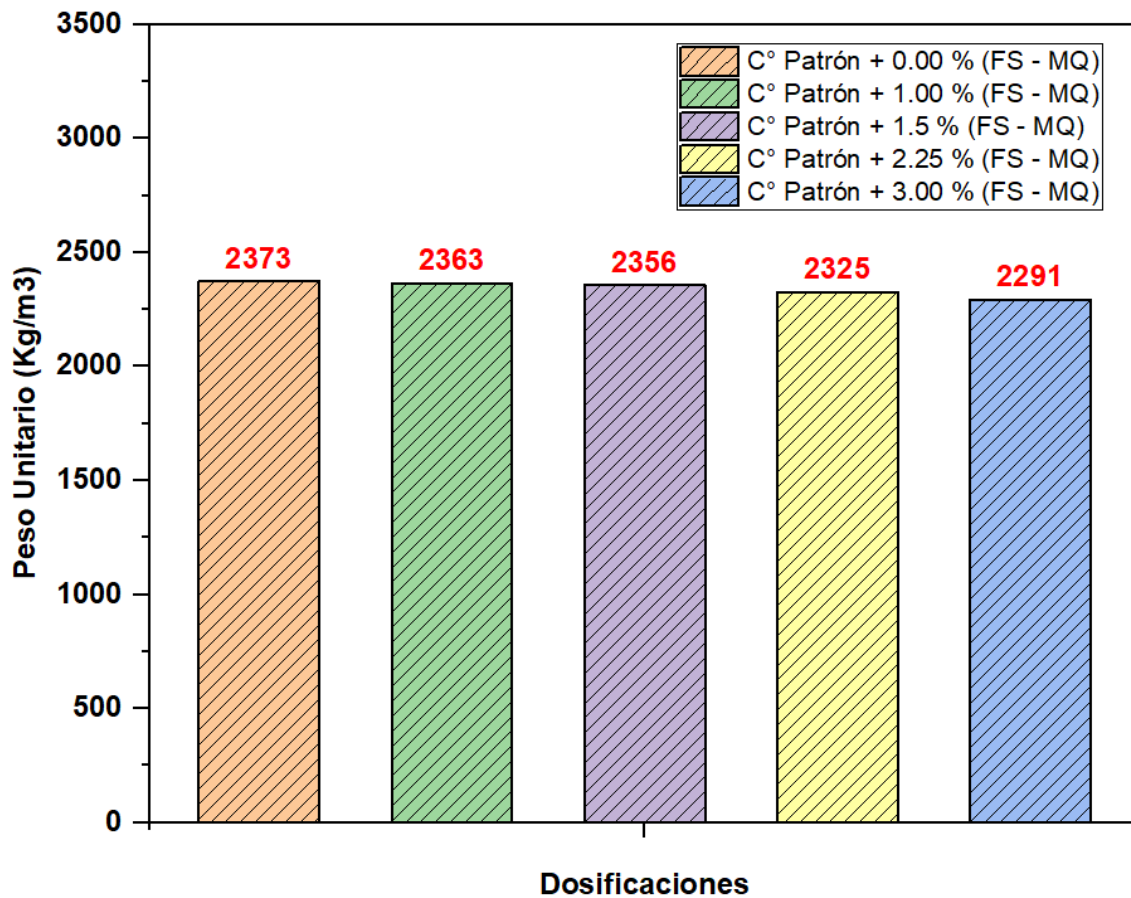


Figura 44. Pesos unitarios del concreto obtenidos de cada dosificación

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: En la figura 44 refleja cada valor del peso unitario para cinco mezclas diferentes (0.00%, 1.00%, 1.5%, 2.25% y 3.00%), cada una con un porcentaje distinto de adición respecto al patrón, y cómo estas adiciones afectan el peso unitario y el porcentaje de disminución de este. Siguiendo la normativa NTP 339.046, se ha procedido a la evaluación de estas muestras. Para la muestra sin adiciones tiene un peso unitario de 2373 kg/m³ y sirve como referencia para las demás. Conforme se añade un 1.00% al patrón, el peso unitario del concreto disminuye ligeramente a 2363 kg/m³, marcando una reducción del 0.42%. Al incrementar la adición a 1.50%, el peso unitario baja a 2356 kg/m³, lo que supone un descenso del 0.72% en comparación con el patrón. Al aumentar aún más la adición al 2.25%, se observa una disminución en el peso unitario a 2325 kg/m³, lo que representa un decremento del 2.02%. La adición máxima mostrada, del 3.00%, resulta en el menor peso unitario de 2291 kg/m³ entre las muestras, señalando una disminución más notable del 3.46%. Estas variaciones en el peso unitario indican que conforme se añade más porcentaje al patrón, el concreto se vuelve más ligero. Según la tabla 7, todas las muestras se clasifican como concreto convencional, ya que sus valores están dentro del intervalo de 2200 a 2400 kg/m³, lo cual es típico para la construcción tradicional. Este seguimiento de la norma y los resultados obtenidos permiten asegurar que las mezclas son adecuadas para su aplicación en construcciones generales, manteniendo las características deseadas de densidad y resistencia.

4.2.3.3. Medición del contenido de aire del concreto (ASTM C231)

Iniciando con el uso de la olla Washington, una vez que la mezcla de concreto se ha distribuido en tres capas, se procederá a compactar cada una de ellas mediante 25 compresiones. Seguidamente, se cierra la olla y se añade agua hasta alcanzar su capacidad máxima.



Figura 45. Medición del contenido de aire en el concreto

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Luego, se registran las lecturas del contenido de aire.

Tabla 33. Contenido de aire de cada dosificación

Dosificación	Teórico (%)	Experimental (%)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	2.5	2.5
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	2.5	1.8
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	2.5	1.7
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	2.5	1.6
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	2.5	1.6

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: La tabla 33 evidencia las muestras realizadas en cinco diseños incorporando diferentes cantidades de fibras, medidos siguiendo el procedimiento de diseño de mezcla ACI 211.1. La muestra patrón posee el 2.5%, y este valor se mantiene constante para todas las dosificaciones como base de diseño. Sin embargo, el contenido de aire medido por el método Olla Washington disminuye conforme se aumenta la dosis de finos. Para la muestra patrón (0.00% FS - MQ), el contenido de aire medido es también del 2.5%, lo que indica una disminución del 0% y coincide perfectamente con el diseño. Cuando se añade un 1.00% de las fibras, el contenido de aire medido baja a 1.8%, lo que refleja una disminución del 28%. A medida que se incrementa la adición a 1.5%, el contenido de aire disminuye aún más a 1.7%, representando una caída del 32% respecto al patrón. Con una dosificación de 2.25% de finos, el contenido de aire se reduce a 1.6%, lo que implica una disminución del 36%. Esta misma disminución del 36% se mantiene para la dosificación más alta de 3.00%, donde el contenido de aire también es de 1.6%. De acuerdo con la Tabla del aci, según para el AG con un TMN de de 1/2", se esperaría un aire atrapado de 2.5%. Las mediciones realizadas por el método Olla Washington muestran que, aunque todas las mezclas experimentan una disminución en comparación con el diseño, todas se mantienen por debajo del mínimo esperado de 1.5%, lo que evidencia que los valores muestran una disminución en la fluidez, lo que podría estar correlacionado con las fibras pues estos pueden modificar las propiedades del material, incluyendo la trabajabilidad y el aire atrapado

4.2.3.4. Medición de la exudación

Se siguió la norma ASTM C17212-20 donde tras efectuar la mezcla, se extrajo una muestra y se supervisó cada 20 minutos. Tanto el concreto patrón como las dosificaciones sugeridas (0.00%, 1.00%, 1.5%, 2.25%, y 3.00%), se pudo evidenciar que los constituyentes del concreto al presentar poca humedad al asentarse, no presenta una capa de agua en la superficie en el proceso de fraguado lo que puede resultar favorable a una buena adherencia con las barras de refuerzo y obtener una buena resistencia conforme al diseño ACI 211.1. Consulte el anexo 04 para detalles sobre los ensayos.

4.2.3.5. Medición de la segregación

Siguiendo la norma ASTM C232 para el procedimiento, para la muestra de control y las muestras experimentales (0.00%, 1.00%, 1.5%, 2.25%, y 3.00%) se pudo observar que los constituyentes del concreto al presentar una buena gradación en sus ensayos haciendo que la mezcla trabaje uniformemente igual con el diseño, lo que puede afectar positivamente a la durabilidad y su integridad estructural de un concreto convencional, de acuerdo con el Diseño ACI 211.1. Puede consultar los detalles en los anexos 04 bajo el título "Control de Diseño de Mezclas"

4.2.3.6. Medición de la permeabilidad

Siguiendo la norma ASTM C232 para el procedimiento, el coeficiente K determinado tanto para el patrón como para las adiciones de 0.00%, 1.00%, 1.5%, 2.25% y 3.00%. En todos estos casos, el coeficiente K fue nulo, lo que implica que ninguna de las mezclas cumple con los criterios necesarios para ser consideradas como concretos permeables. Por lo tanto, se evidenció un concreto bien diseñado y correctamente curado tendrá baja permeabilidad, lo que mejora su durabilidad y su capacidad para resistir condiciones ambientales adversas.

OE 2: Determinar cómo influye la adición de fibras de Sisal y mascarilla en las propiedades mecánicas del pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla, en el año 2023.

4.2.4. PROPIEDADES MECÁNICAS

4.2.4.1. Resistencia en compresión (ASTM C39)

Las probetas de concreto fueron sometidas a fuerzas externas tomando datos a partir de tres periodos de evaluación, de acuerdo con cada dosificación, como se ilustra en la Figura 46.



Figura 46. Ensayos a Resistencia a Compresión

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Resistencia en compresión a los 7 días.

Cada valor anotado en las pruebas para varias dosificaciones para el primer periodo de evaluación está detallado en la Tabla 34.

Tabla 34. Resistencia a Compresión a los 7 días

Identificación	Código	Carga Máxima (Kn)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia (%)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	M-1	367.5	37475	211	75.40
	M-2	367.1	37434	211	75.40
	M-3	367.2	37444	211	75.40
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	M-1	360.2	36730	235	83.93
	M-2	360.5	36761	235	83.93
	M-3	360.3	36740	235	83.93
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	M-1	350.3	35721	220	78.57
	M-2	350.1	35700	220	78.57
	M-3	350.6	35751	220	78.57
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	M-1	336.1	34273	193	69.00
	M-2	336.0	34262	193	69.00
	M-3	336.2	34283	193	69.00
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	M-1	315.6	32182	181	64.70
	M-2	315.8	32203	181	64.70
	M-3	315.5	32172	181	64.70

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Tal como exponen los valores del ensayo al primer periodo de evaluación en relación con el material sin adición y el resto con las adiciones incorporadas donde ilustra en la Figura 47.

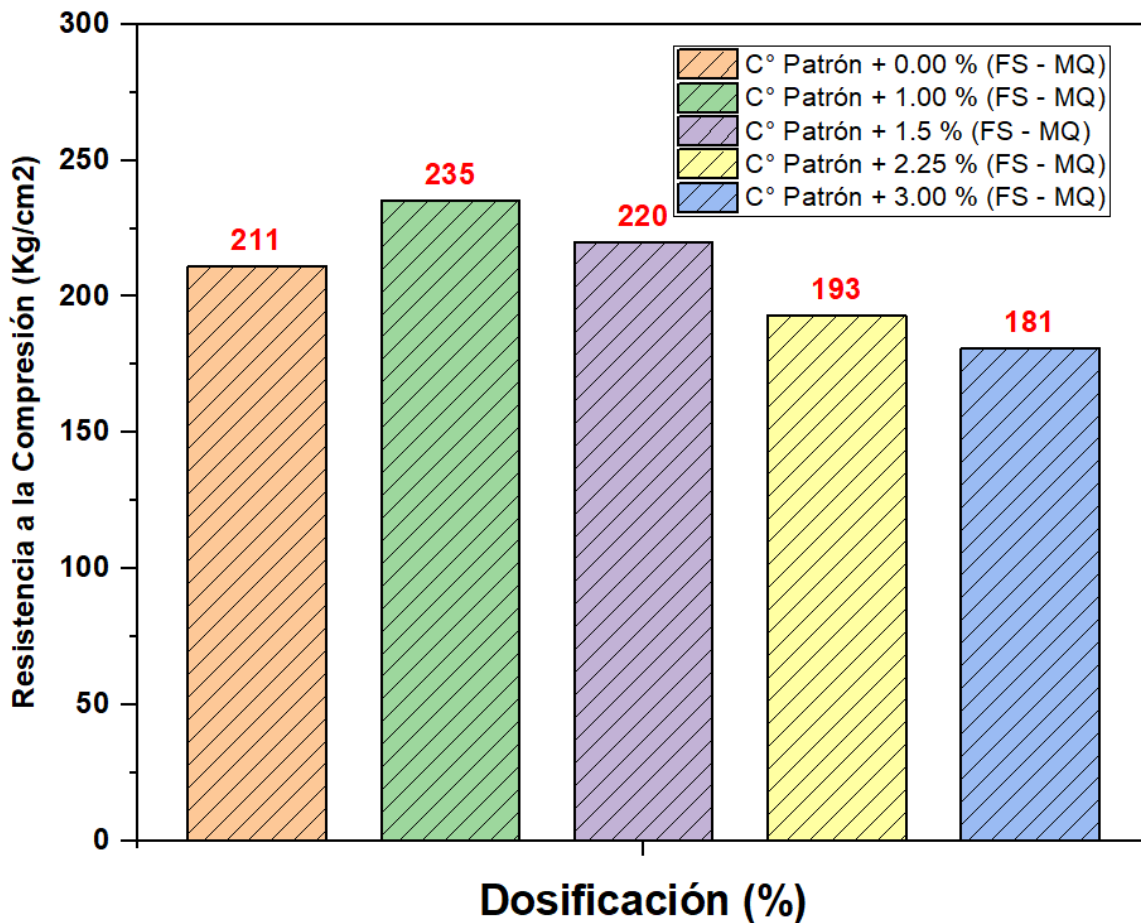


Figura 47. Gráfico de barras de la resistencia a compresión a los 7 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: La Figura 47 ilustra los resultados de cinco diferentes mezclas de concreto tras 7 días de curado, de acuerdo con el método ASTM C39. La muestra de referencia alcanzó valores promedios de 211 kg/cm². Con un incremento del 1.00% en la dosificación, la resistencia aumentó a 235 kg/cm², lo que representa un incremento del 11.37%. Al aumentar la dosificación a 1.5%, la resistencia fue de 220 kg/cm², con un aumento del 4.27%. Sin embargo, con dosificaciones de 2.25% y 3.00%, se observó una disminución en la resistencia, registrando 193 kg/cm² y 181 kg/cm² tal cual el orden, lo que corresponde a una reducción del 8.53% y 14.22%. De estas dosificaciones, la de 1.00% y 1.5% mostró mejores valores al primer periodo de evaluación indicando que dosificaciones moderadas pueden superar los valores iniciales del concreto, mientras que dosificaciones más altas pueden tener un efecto adverso.

Resistencia en compresión a los 14 días.

Cada valor anotado en las pruebas para varias dosificaciones para el segundo periodo de evaluación está detallado en la Tabla 35

Tabla 35. Resistencia a Compresión a los 14 días

Identificación	Código	Carga Máxima (Kn)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia (%)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	M-1	416.5	42471	239	85.40
	M-2	416.1	42430	239	85.40
	M-3	416.2	42441	239	85.40
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	M-1	410.3	41839	276	98.57
	M-2	410.5	41859	276	98.57
	M-3	410.6	41870	276	98.57
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	M-1	400.2	40809	254	90.71
	M-2	400.5	40840	254	90.71
	M-3	400.3	40819	254	90.71
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	M-1	385.2	39279	221	79.00
	M-2	385.0	39259	221	79.00
	M-3	385.1	39269	221	79.00
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	M-1	360.2	36730	207	74.00
	M-2	360.4	36751	207	74.00
	M-3	360.3	36740	207	74.00

Fuente: Desarrollado por el Tesista

A continuación, se exponen los datos del ensayo del segundo periodo de evaluación en relación con el material sin adición y el resto con las adiciones incorporadas como se ilustra en la Figura 48.

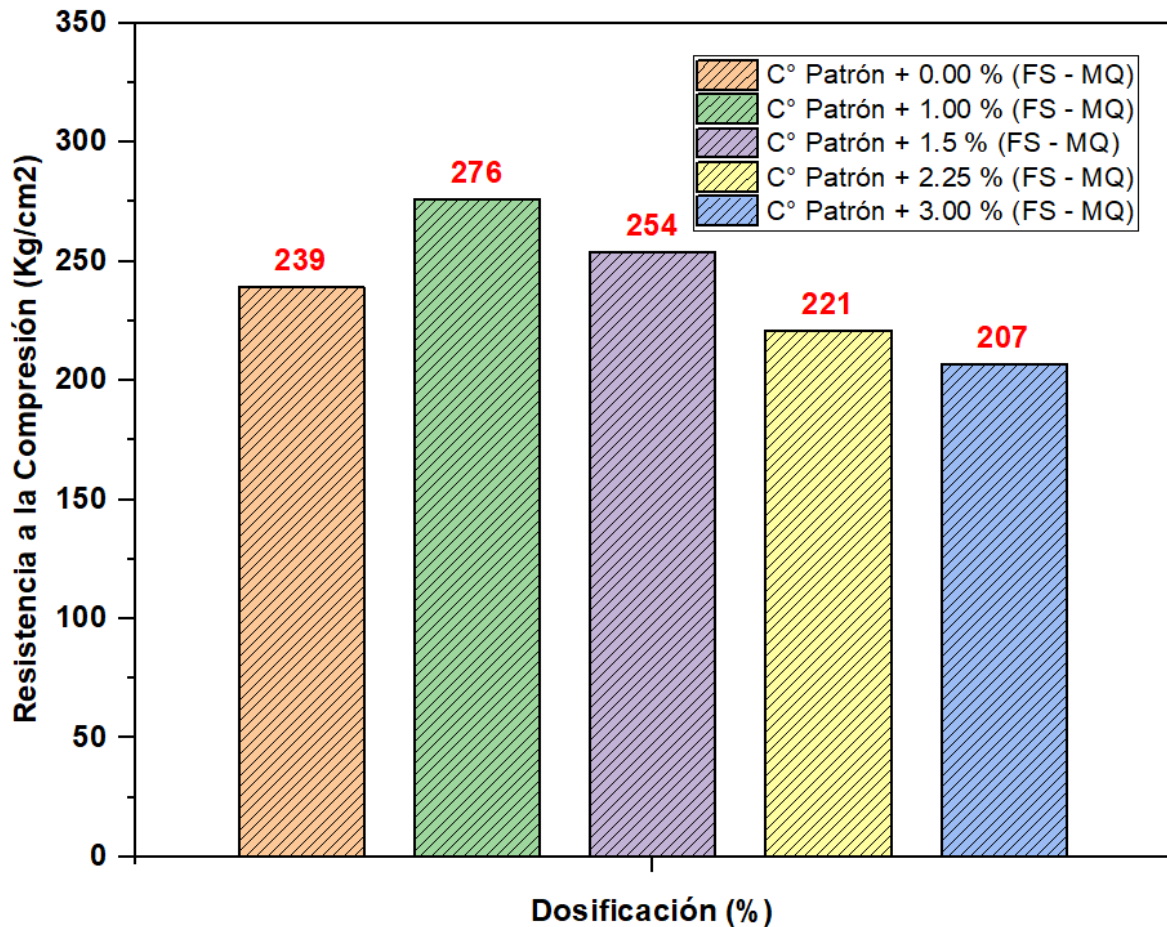


Figura 48. Gráfico de barras de la resistencia a compresión a los 14 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: La Figura 48, ilustra los resultados de cinco diferentes mezclas de concreto tras 14 días de curado, de acuerdo con el método ASTM C39. La muestra de referencia alcanzó una resistencia inicial de 239 kg/cm². Al añadir un 1.00% más de finos, la resistencia aumenta a 276 kg/cm², lo que representa un incremento del 15.48%. Con un 1.5% de adición, la resistencia es de 254 kg/cm², subiendo un 6.28%. No obstante, las dosificaciones de 2.25% y 3.00% presentan una disminución en resistencia, con 221 kg/cm² y 207 kg/cm² respectivamente, esto es una reducción del 7.53% y del 13.39%. De estas dosificaciones, la de 1.00% y 1.5% mostró unos valores superiores a los iniciales a los 14 días evidenciando que pequeñas adiciones mejoran la resistencia, mientras que adiciones mayores la reducen según al primero que es de control.

Resistencia en compresión a los 28 días.

Cada valor anotado en las pruebas para varias dosificaciones para el tercer periodo de evaluación está detallado en la Tabla 36

Tabla 36. Resistencia a Compresión a los 28 días

Identificación	Código	Carga Máxima (Kn)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia (%)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	M-1	486.5	49609	280	100.00
	M-2	487.5	49711	280	100.00
	M-3	487.2	49681	280	100.00
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	M-1	481.2	49069	310	110.71
	M-2	481.1	49059	310	110.71
	M-3	481.6	49110	310	110.71
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	M-1	472.2	48151	295	105.36
	M-2	472	48131	295	105.36
	M-3	472.1	48141	295	105.36
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	M-1	460.1	46917	264	94.30
	M-2	460.0	46907	264	94.30
	M-3	460.2	46927	264	94.60
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	M-1	440.1	44878	253	90.40
	M-2	440.3	44898	253	90.40
	M-3	440.2	44888	253	90.40

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Como se exponen los valores del ensayo al tercer periodo de evaluación en relación con el material sin adición y el resto con las adiciones incorporadas donde ilustra en la Figura 49.

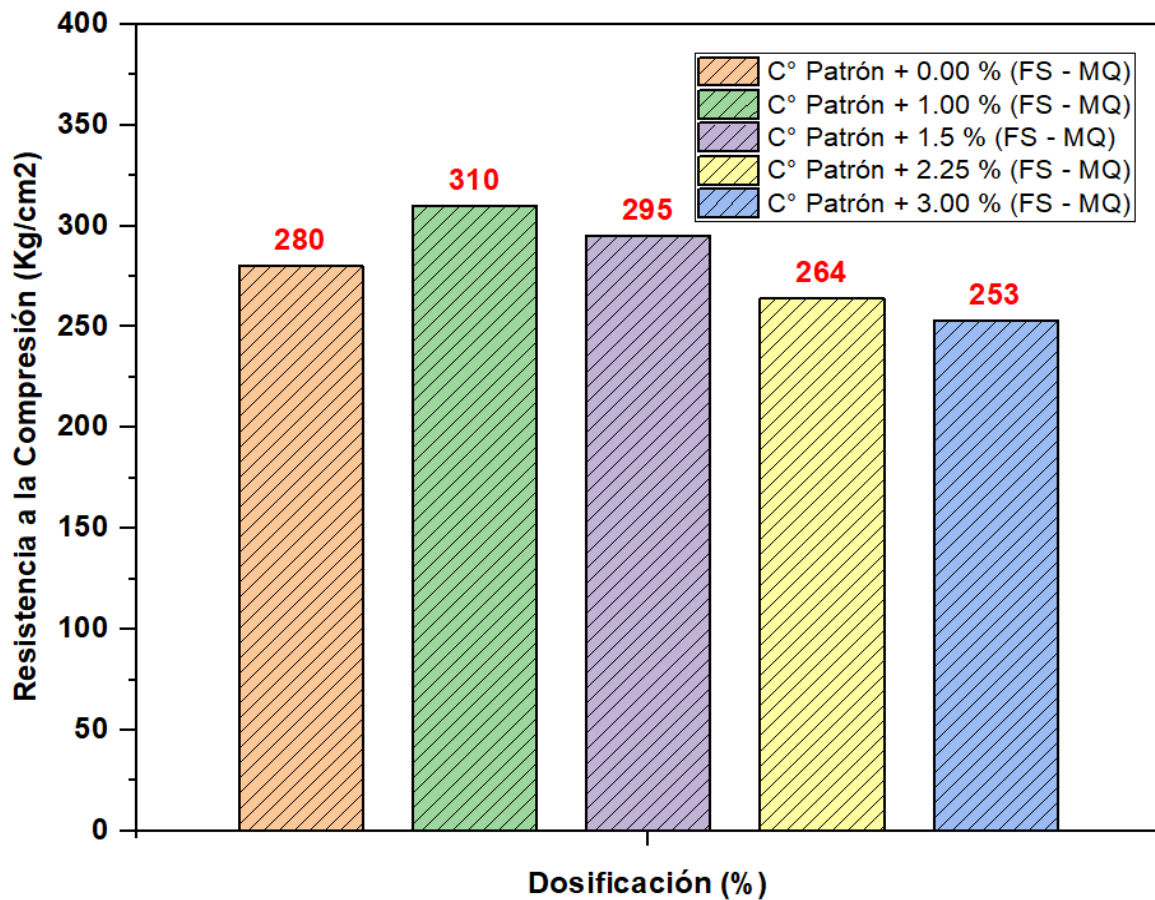


Figura 49. Gráfico de barras de la resistencia a compresión a los 28 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: La Figura 49 ilustra los resultados de cinco diferentes mezclas de concreto tras 28 días de curado, de acuerdo con el método ASTM C39. La muestra de referencia alcanzó una resistencia de 280 kg/cm². Se evidencia una subida del 1.00% en la dosificación, la resistencia crece a 310 kg/cm², un aumento del 10.71%. La mezcla con 1.5% adicional muestra una resistencia de 295 kg/cm², una subida del 5.36%. Al aumentar la dosificación a 2.25%, la resistencia disminuye a 264 kg/cm², cayendo un 5.71%. La dosificación más alta, 3.00%, tiene una resistencia de 253 kg/cm², lo que refleja una disminución del 9.64% con respecto a la muestra patrón. De estas dosificaciones, la de 1.00% y 1.5% mostró una resistencia superior al concreto, estos resultados evidencian que pequeños incrementos en la dosificación pueden mejorar la resistencia con el transcurso del tiempo

Resumen de la Resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días

La Tabla 37 detalla los datos obtenidos en las pruebas de resistencia a la compresión para diferentes dosificaciones del concreto, registrados a los 7, 14 y 28 días de su preparación.

Tabla 37. Resistencia a Compresión a los 7,14 y 28 días

Identificación	Resistencia Promedio (7 días)	Resistencia Promedio (14 días)	Resistencia Promedio (28 días)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	211	239	280
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	235	276	310
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	220	254	295
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	193	221	264
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	181	207	253

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Cada valor anotado en las pruebas para varias dosificaciones para el primer al tercer periodo de evaluación está detallado en la Figura 50

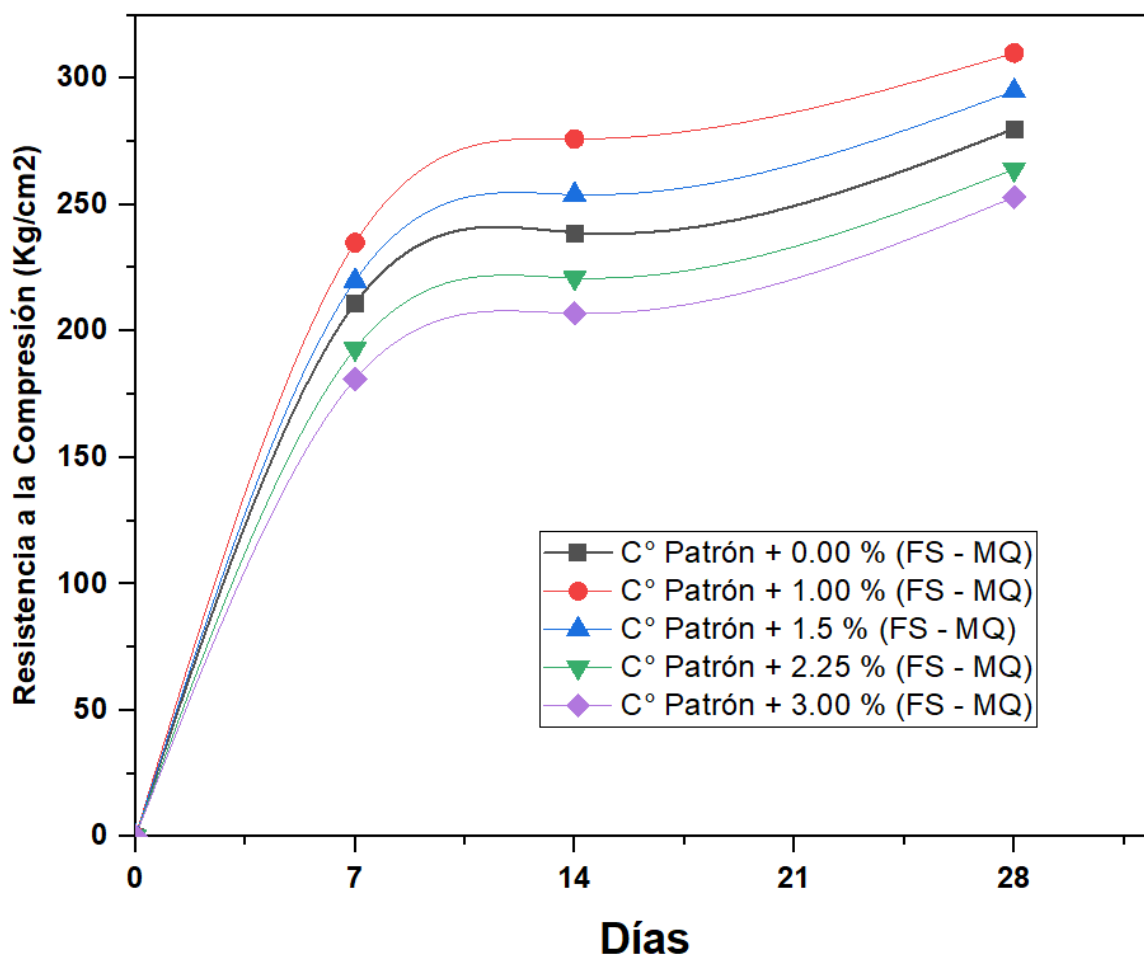


Figura 50. Grafica de las resistencias a compresión a los 7,14 y 28 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: En la Figura 50 se observa la evolución de la resistencia del ensayo en tres momentos específicos: 7, 14 y 28 días. Aquí se efectúa una comparativa entre la mezcla estándar y las mezclas con dosificaciones del 1.00%, 1.50%, 2.25% y 3.00%. En el caso de la mezcla estándar, se registraron resistencias a la compresión de 211, 239 y 280 kg/cm² respectivamente. Con una dosificación de 1.00% FS-MQ, la resistencia a los 7, 14 y 28 días muestra un incremento sobre el patrón de 11.37%, 15.48% y 10.71%, alcanzando 235, 276 y 310 kg/cm² en cada período. Al incrementar los finos al 1.5% FS-MQ, la resistencia a los 7, 14 y 28 días supera al patrón en 4.27%, 6.28% y 5.36%, con valores de 220, 254 y 295 kg/cm² respectivamente. Con 2.25% FS-MQ, sufre pérdidas de resistencia respecto al patrón en todos los tiempos, con caídas de -8.53%, -7.53% y -5.71%, registrando resistencias de 193, 221 y 264 kg/cm². Finalmente, para la dosificación de 3.00%

FS-MQ, la resistencia a los 7, 14 y 28 días disminuye en -14.22%, -13.39% y -9.64% respecto al patrón, obteniendo 181, 207 y 253 kg/cm² en cada fase. En general, pequeños aumentos en las fibras mejoran la resistencia inicial, pero este beneficio disminuye con adiciones más altas, evidenciando una relación óptima en las proporciones de fibras para la resistencia del concreto.

4.2.4.2. Esfuerzo a la tracción (ASTM C496)

Los cilindros de concreto fueron sometidas a fuerzas externas a tres periodos de evaluación, de acuerdo con el muestreo, como se ilustra en la Figura 51.



Figura 51. Ensayos a Resistencia a Tracción

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Resistencia a tracción a los 7 días.

La Tabla 38 muestra los valores obtenidos para diferentes dosificaciones del concreto después de 7 días desde su preparación.

Tabla 38. Resistencia a la Tracción a los 7 días

Identificación	Código	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Fuerza Máxima (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	E-1	20.00	10.00	6685	21.30
	E-2	20.00	10.10	6687	21.10
	E-3	20.00	10.10	6683	21.10
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	E-1	20.00	10.00	7060	22.51
	E-2	20.00	10.10	7052	22.50
	E-3	20.00	10.10	7050	22.48
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	E-1	20.00	10.00	6890	21.94
	E-2	20.00	10.10	6885	21.92
	E-3	20.00	10.10	6890	21.94
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	E-1	20.00	10.00	5385	17.10
	E-2	20.00	10.10	5390	17.00
	E-3	20.00	10.10	5383	17.00
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	E-1	20.00	10.00	4410	14.00
	E-2	20.00	10.10	4415	13.90
	E-3	20.00	10.10	4413	13.90

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Como se puede visualizar la obtención de los datos para el grupo de control y los grupos experimentales en la siguiente Figura 52.

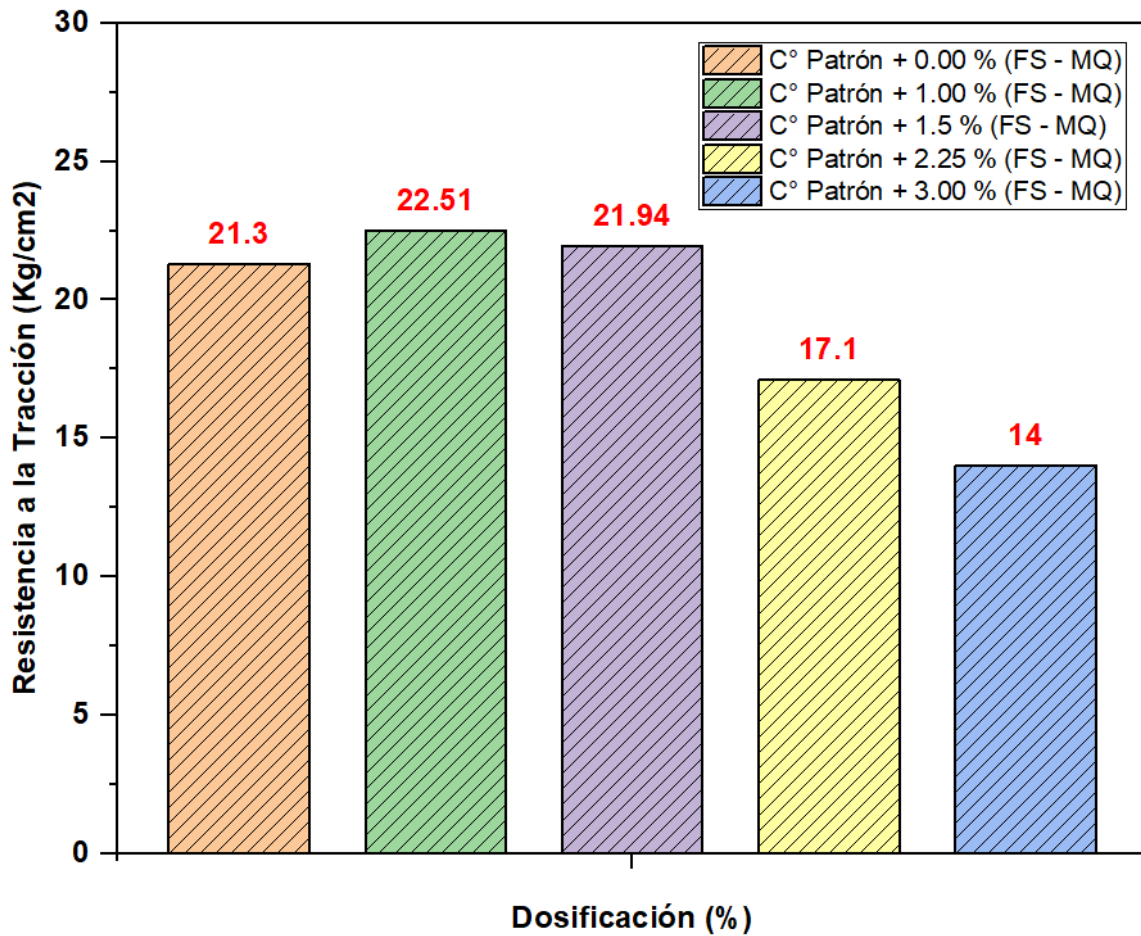


Figura 52. Gráfico de barras de la resistencia a tracción a los 7 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: En la Figura 52, muestra las cinco dosificaciones diferentes de concreto, siguiendo el procedimiento del ASTM C39. La dosificación patrón, sin adición de fibras (0.00% FS-MQ), tiene un valor de 21.30 kg/cm² y sirve como referencia. Al añadir un 1.00% de FS-MQ, la resistencia aumenta un 5.68%, alcanzando los 22.51 kg/cm². Curiosamente, con un 1.5% de FS-MQ, la resistencia experimenta un incremento del 3.00%, situándose en 21.94 kg/cm². Sin embargo, al aumentar las fibras a 2.25%, se registra una caída del 19.72% en resistencia, evidenciando un resultado de 17.10 kg/cm². Con la mayor dosificación probada, 3.00% FS-MQ, la resistencia a la tracción disminuye aún más, un 34.27%, resultando en 14.00 kg/cm². De estas dosificaciones, la de 1.00% y 1.5% mostró una resistencia superior al concreto patrón evidenciando que hay un punto óptimo de adición de fibras para la resistencia a la tracción del concreto que no debe ser sobrepasado.

Resistencia a tracción a los 14 días.

La Tabla 39 muestra los valores de diferentes dosificaciones del concreto después de 14 días desde su preparación

Tabla 39. Resistencia a la Tracción a los 14 días

Identificación	Codigo	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Fuerza Máxima (Kg)	Resistencia (Kg/cm2)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	E-4	20.00	10.00	8152	25.70
	E-5	20.00	10.10	8150	25.70
	E-6	20.00	10.10	8151	25.70
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	E-4	20.00	10.10	8560	26.98
	E-5	20.00	10.10	8555	26.97
	E-6	20.00	10.10	8556	26.97
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	E-4	20.00	10.10	8520	26.85
	E-5	20.00	10.10	8515	26.84
	E-6	20.00	10.10	8518	26.84
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	E-4	20.00	10.10	7050	22.20
	E-5	20.00	10.10	7062	22.30
	E-6	20.00	10.10	7055	22.20
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	E-4	20.00	10.10	6015	19.00
	E-5	20.00	10.10	6016	19.00
	E-6	20.00	10.10	6014	19.00

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Como se puede visualizar la obtención de los datos para el grupo de control y los grupos experimentales en la siguiente Figura 53.

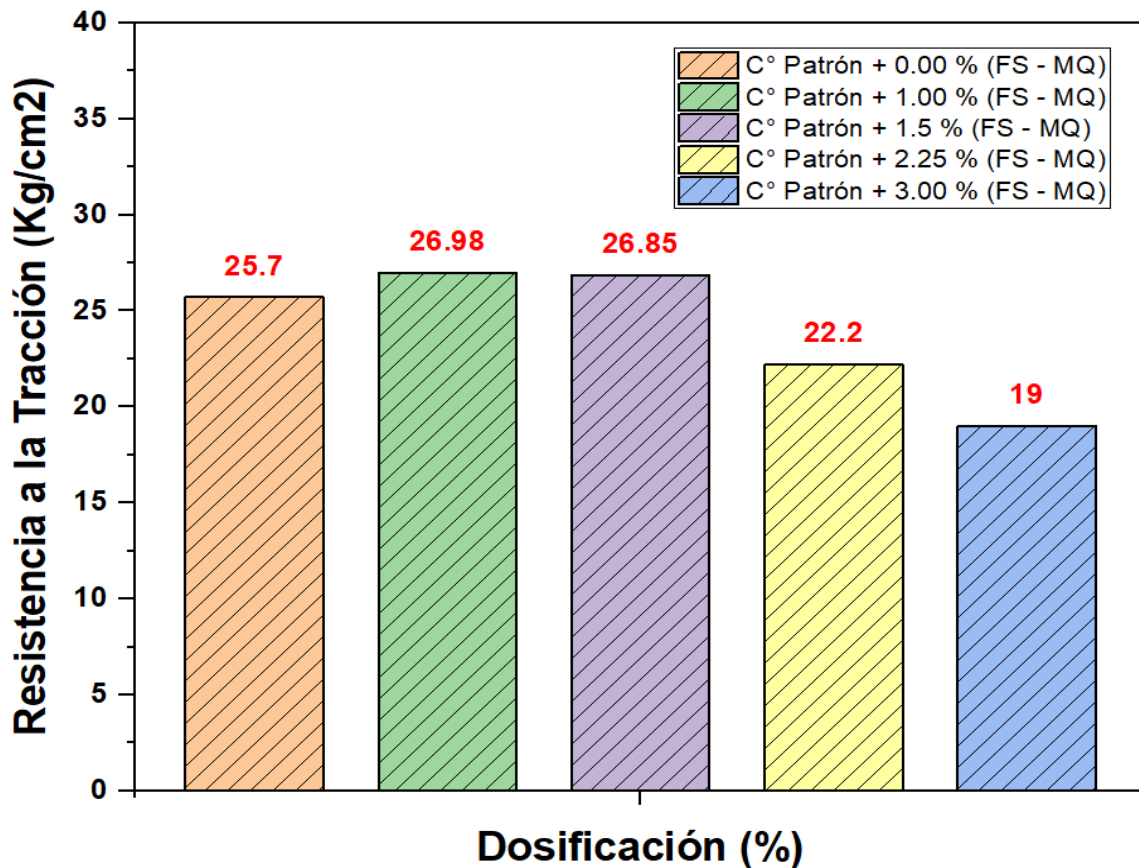


Figura 53. Gráfico de barras de la resistencia a tracción a los 14 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: En la Figura 53, muestra las cinco dosificaciones diferentes de concreto, siguiendo el procedimiento del ASTM C39. La dosificación patrón, sin adición de fibras (0.00% FS-MQ), tiene un valor de 25.70 kg/cm², sirviendo como base para comparar el efecto de las variaciones en las dosificaciones. Al incrementar las fibras en un 1.00%, se observó un aumento de resistencia del 4.98%, alcanzando 26.98 kg/cm². Para el caso de 1.5% FS-MQ mostró un aumento similar, con un 4.47%, resultando en una resistencia de 26.85 kg/cm². Sin embargo, al incrementar aún más la cantidad de fibras al 2.25%, la resistencia disminuyó en un 13.62%, registrando 22.20 kg/cm², y con un 3.00% de FS-MQ, la disminución fue más pronunciada, llegando al 26.07%, con un valor de 19.00 kg/cm². De estas dosificaciones, la de 1.00% y 1.5% mostró una resistencia superior al concreto patrón evidenciando que hay un punto óptimo de adición de fibras para la resistencia a la tracción del concreto que no debe ser sobrepasado.

Resistencia a tracción a los 28 días.

La Tabla 40 muestra los valores de diferentes dosificaciones del concreto después de 28 días desde su preparación

Tabla 40. Resistencia a la Tracción a los 28 días

Identificación	Codigo	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Fuerza Máxima (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	E-7	20.00	10.00	10255	32.30
	E-8	20.00	10.10	10250	32.30
	E-9	20.00	10.10	10260	32.30
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	E-7	20.00	10.10	12250	38.55
	E-8	20.00	10.10	12245	38.54
	E-9	20.00	10.10	12243	38.53
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	E-7	20.00	10.10	12105	38.10
	E-8	20.00	10.10	12103	38.10
	E-9	20.00	10.10	12100	38.08
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	E-7	20.00	10.10	8955	28.20
	E-8	20.00	10.10	8953	28.20
	E-9	20.00	10.10	8951	28.20
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	E-7	20.00	10.10	8000	25.20
	E-8	20.00	10.10	8505	26.80
	E-9	20.00	10.10	8502	26.80

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Como se puede visualizar la obtención de los datos para el grupo de control y los grupos experimentales en la siguiente Figura 54.

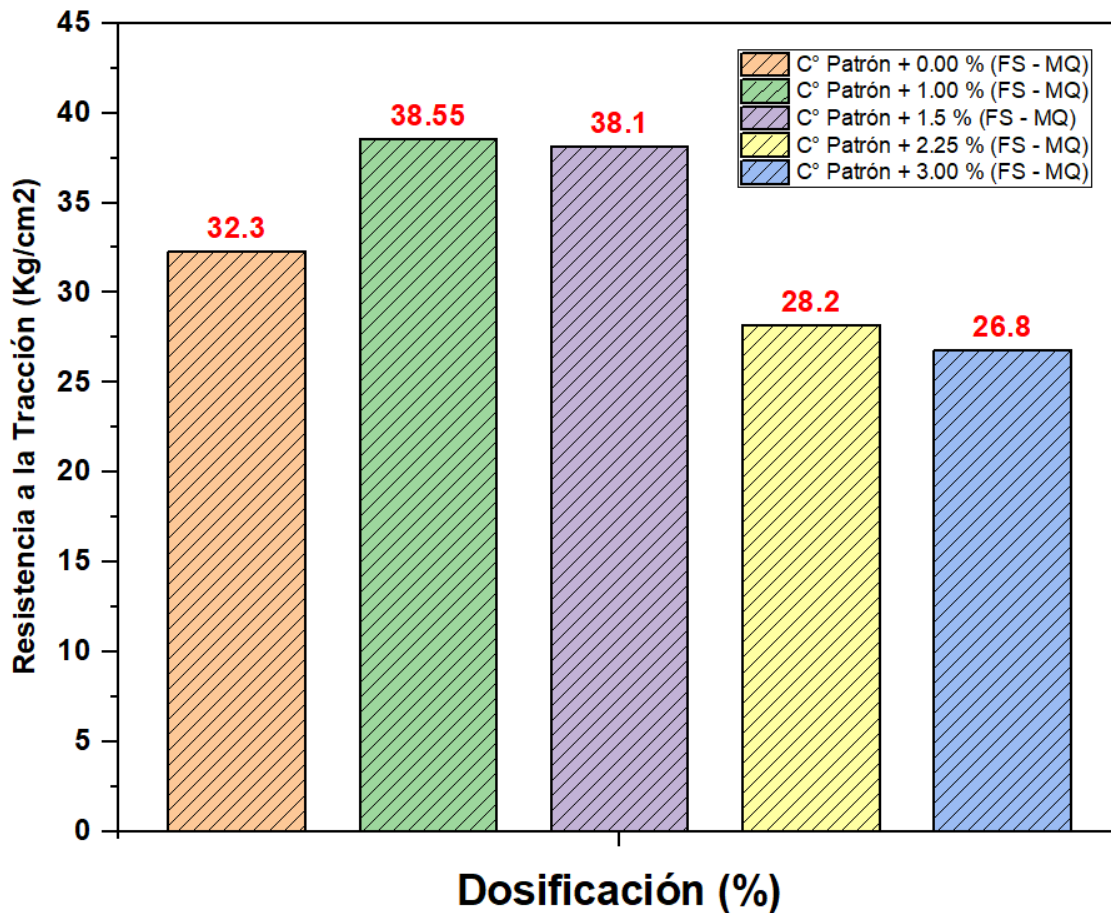


Figura 54. Gráfico de barras de la resistencia a tracción a los 28 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: En la Figura 54, muestra las cinco dosificaciones diferentes de concreto, siguiendo el procedimiento del ASTM C39. La dosificación patrón, sin adición de fibras (0.00% FS-MQ), posee un valor de 32.30 kg/cm². La inclusión de un 1.00% de FS-MQ produjo un notable incremento del 19.35% en la resistencia, elevándola a 38.55 kg/cm². De forma parecida, la dosificación de 1.5% FS-MQ generó un incremento del 17.96%, logrando obtener un valor de 38.10 kg/cm², evidenciando una tendencia positiva con estas dosificaciones menores. Contrariamente, cuando la dosificación aumentó a 2.25% de FS-MQ, la resistencia se redujo en un 12.69%, quedando en 28.20 kg/cm². La mayor reducción se vio con la dosificación de 3.00% FS-MQ, que registró una caída del 17.03% en la resistencia, disminuyendo hasta 26.80 kg/cm². De estas dosificaciones, la de 1.00% y 1.5% mostró valores superiores a la inicial a los 28 donde las dosificaciones menores mejoran la resistencia, mientras que las mayores la disminuyen significativamente.

Resumen de la Resistencia a la Tracción a los 7,14 y 28 días

Cada valor obtenido de las pruebas para diferentes proporciones del concreto del primer al tercer periodo de evaluación se encuentra documentados en la Tabla 41.

Tabla 41. Resistencia a Tracción a los 7,14 y 28 días

Identificación	Resistencia Promedio (7 días)	Resistencia Promedio (14 días)	Resistencia Promedio (28 días)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	21.30	25.70	32.30
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	22.51	26.98	38.55
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	21.94	26.85	38.10
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	17.10	22.20	28.20
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	14.00	19.00	26.80

Fuente: Desarrollado por el Tesista

A continuación, se exponen los datos del ensayo al primer al tercer periodo de evaluación en relación con el material sin adición y el resto con las adiciones incorporadas en la Figura 55.

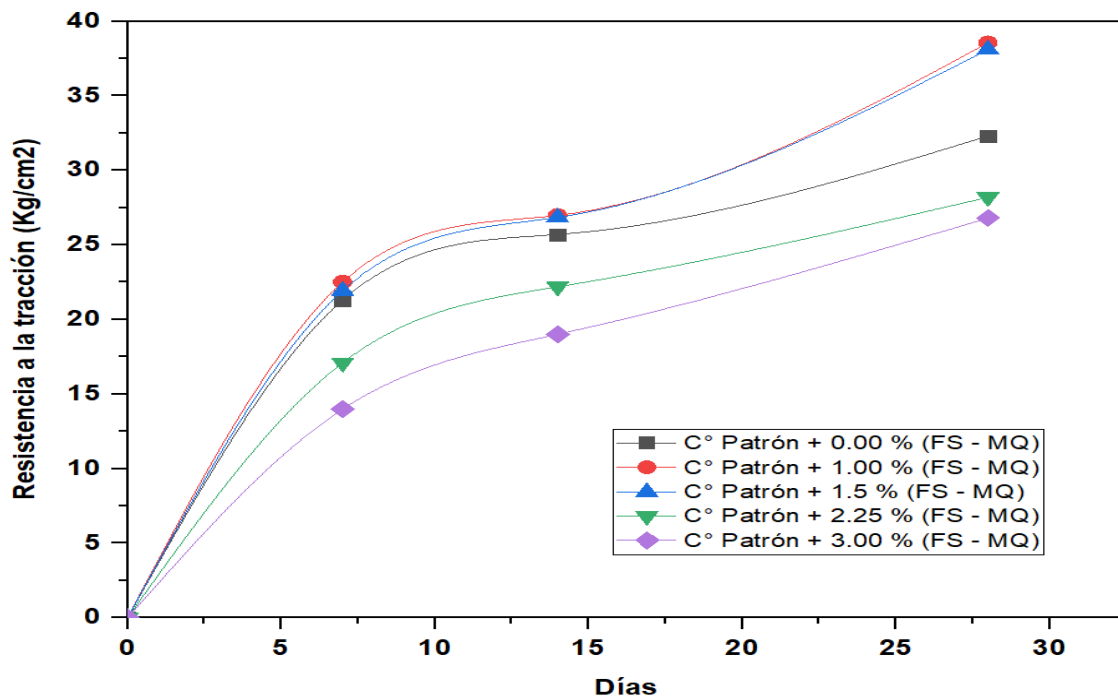


Figura 55. Grafica de las resistencias a tracción a los 7,14 y 28 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: La Figura 55 muestra el desarrollo de la resistencia a la tracción para la dosificación patrón (0.00% FS - MQ), se establecen los datos obtenidos según los periodos evaluados (7,14 y 28) días como 21.30, 25.70 y 32.30 MPa respectivamente, sirviendo como base de comparación. Con una dosificación de 1.00% FS-MQ, la resistencia es superior a la del concreto patrón en todos los periodos evaluados, con incrementos del 5.68% a los 7 días (22.51 kg/cm²), del 4.98% a los 14 días (26.98 kg/cm²) y del 19.35% a los 28 días (38.55 kg/cm²). Para el 1.5% FS-MQ, la resistencia también supera al patrón en cada intervalo de tiempo, con un aumento del 3.00% a los 7 días (21.94 kg/cm²), del 4.47% a los 14 días (26.85 kg/cm²) y del 17.96% a los 28 días (38.10 kg/cm²). La dosificación de 2.25% FS-MQ se observa una disminución en resistencia comparada con la estándar, con una reducción del 19.72% a los 7 días (17.10 kg/cm²), del 13.62% a los 14 días (22.20 kg/cm²) y del 12.69% a los 28 días (28.20 kg/cm²). Finalmente, con un 3.00% FS-MQ, la resistencia disminuye aún más frente al patrón, con una caída del 34.27% a los 7 días (14.00 kg/cm²), del 26.07% a los 14 días (19.00 kg/cm²) y del 17.03% a los 28 días (26.80 kg/cm²).

4.2.4.3. Módulo de rotura del concreto (ASTM C78)

Las probetas de concreto fueron sometidas a esfuerzos a los 7, 14 y 28 días, de acuerdo con cada dosificación, como se ilustra en la Figura 56.



Figura 56. Ensayo de resistencia a flexión

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Resistencia a flexión a los 7 días.

La Tabla 42 muestra los valores para diferentes dosificaciones del concreto después de 7 días desde su preparación.

Tabla 42. Resistencia a la Flexión a los 7 días

Identificación	Código	Altura (cm)	Ancho (cm)	Fuerza Máxima (Kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	V-1	15.00	15.00	3000	40.00
	V-2	15.00	15.00	3000.5	40.00
	V-3	15.00	15.00	3010	40.10
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	V-1	15.00	15.00	3150	42.00
	V-2	15.00	15.00	3148	41.97
	V-3	15.00	15.00	3147	41.96
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	V-1	15.00	15.00	3067	40.93
	V-2	15.00	15.00	3065	40.90
	V-3	15.00	15.00	3064	40.89
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	V-1	15.00	15.00	2650	35.30
	V-2	15.00	15.00	2653	35.40
	V-3	15.00	15.00	2651	35.30
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	V-1	15.00	15.00	2415	32.20
	V-2	15.00	15.00	2422	32.30
	V-3	15.00	15.00	2418	32.20

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Como se puede visualizar la obtención de los datos al primer periodo de evaluación para el grupo de control y los grupos experimentales en la siguiente Figura 57.

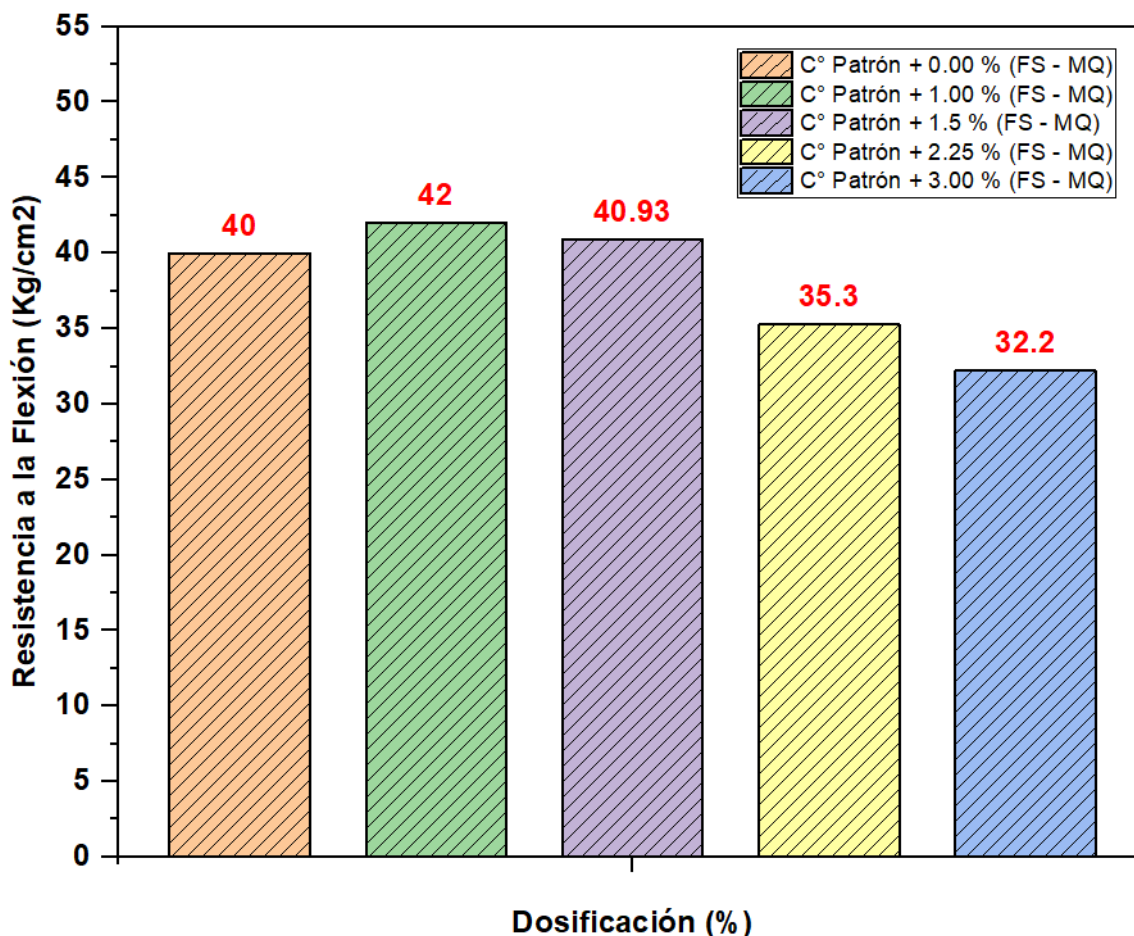


Figura 57. Gráfico de barras de la resistencia a flexión a los 7 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: En la Figura 57, evidencia las cinco mezclas de concreto a los 7 días se mide según el procedimiento ASTM C78. El concreto patrón (0.00% FS - MQ) tiene un valor de 40.00 kg/cm², que sirve de referencia. Al adicionar un 1.00% FS-MQ, la resistencia aumenta un 5.00%, alcanzando los 42.00 kg/cm². Con un 1.5% FS-MQ, se observa un incremento más modesto del 2.33%, resultando en 40.93 kg/cm². Al incrementar la adición a 2.25% FS-MQ, la resistencia disminuye en un 11.75%, con un valor de 35.30 kg/cm². La dosificación de 3.00% FS-MQ muestra una disminución aún más significativa del 19.50%, dando como valor a una flexión de 32.20 kg/cm², evidenciando que mayores proporciones pueden ser perjudiciales. De estas dosificaciones, la de 1.00% y 1.5% evidencian que a pequeñas cantidades de FS-MQ pueden valores altos.

Resistencia a flexión a los 14 días.

La Tabla 43 muestra los valores para diferentes dosificaciones del concreto después de 14 días desde su preparación.

Tabla 43. Resistencia a la Flexión a los 14 días

Identificación	Codigo	Altura (cm)	Ancho (cm)	Fuerza Máxima (Kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm2)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	V-4	15.00	15.00	3441	45.90
	V-5	15.00	15.00	3437	45.80
	V-6	15.00	15.00	3425	45.70
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	V-4	15.00	15.00	3510	46.77
	V-5	15.00	15.00	3508	46.74
	V-6	15.00	15.00	3507	46.73
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	V-4	15.00	15.00	3470	46.24
	V-5	15.00	15.00	3468	46.23
	V-6	15.00	15.00	3467	46.23
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	V-4	15.00	15.00	3100	41.30
	V-5	15.00	15.00	3102	41.40
	V-6	15.00	15.00	3103	41.40
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	V-4	15.00	15.00	2820	38.00
	V-5	15.00	15.00	2855	38.10
	V-6	15.00	15.00	2856	38.10

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Como se puede visualizar la obtención de los datos para el grupo de control y los grupos experimentales en la siguiente Figura 58.

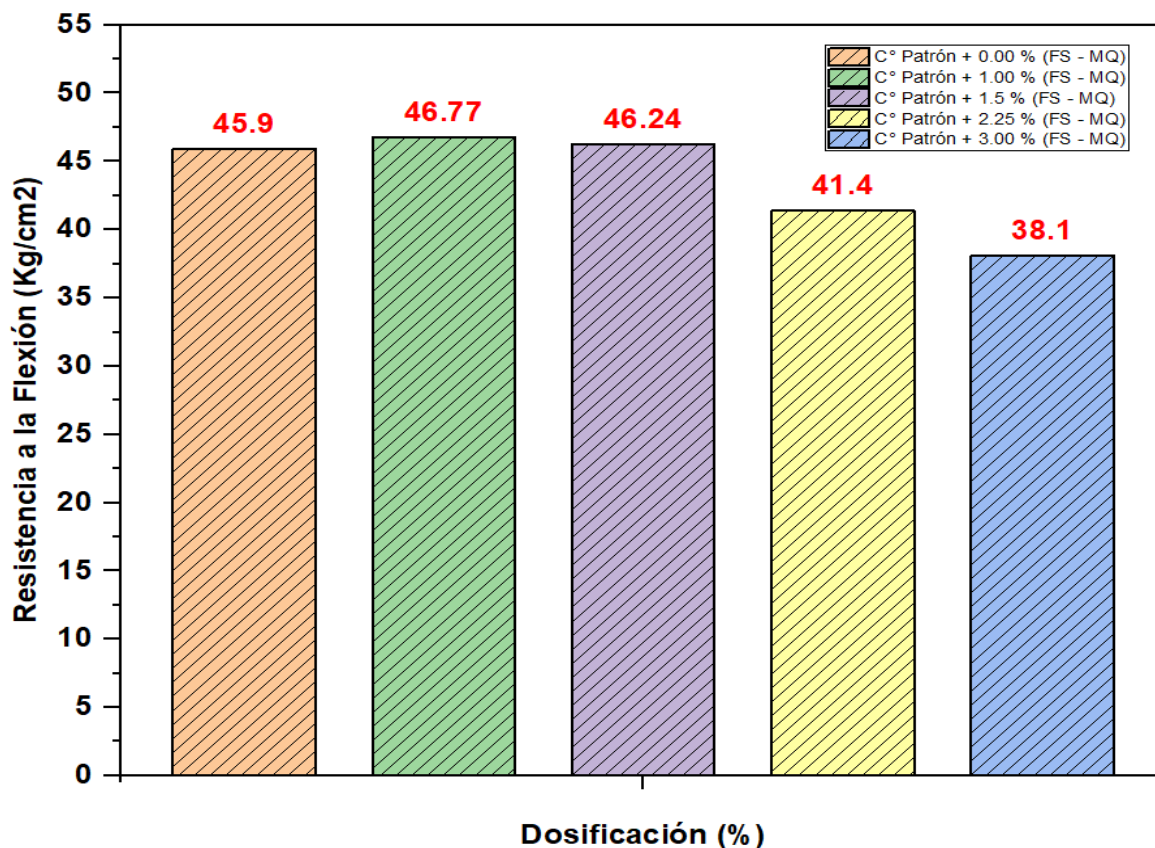


Figura 58. Gráfico de barras de la resistencia a flexión a los 14 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: En la Figura 58 ilustra las cinco mezclas de concreto a los 14 días de curado, según el procedimiento ASTM C78. La muestra patrón (0.00% FS - MQ) presenta el valor de 45.90 kg/cm². Con porcentaje del 1.00% FS-MQ, la resistencia se incrementa ligeramente en un 1.90%, alcanzando los 46.73 kg/cm². Una dosificación del 1.5% FS-MQ muestra un aumento modesto de 0.74%, con el valor de 46.24 kg/cm². Sin embargo, la mezcla con 2.25% FS-MQ experimenta una disminución en la resistencia del 10.02%, con un valor de 41.30 kg/cm². La disminución es más pronunciada con la dosificación de 3.00% FS-MQ, que registra una caída del 16.99%, resultando en 38.10 kg/cm². De estas dosificaciones, la de 1.00% y 1.5% mostró una resistencia superior al concreto patrón indicando que mientras pequeños incrementos en la dosificación de FS-MQ pueden mejorar o mantener sus propiedades, las dosificaciones más altas parecen tener un efecto adverso.

Resistencia a flexión a los 28 días.

En la Tabla 44 se encuentran registrados los valores obtenidos para las distintas dosificaciones a los 28 días de edad.

Tabla 44. Resistencia a la Flexión a los 28 días

Identificación	Codigo	Altura (cm)	Ancho (cm)	Fuerza Máxima (Kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	V-7	15.00	15.00	4425	59.00
	V-8	15.00	15.00	4426	59.00
	V-9	15.00	15.00	4426.5	59.00
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	V-7	15.00	15.00	4700	62.70
	V-8	15.00	15.00	4705	62.77
	V-9	15.00	15.00	4704	62.76
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	V-7	15.00	15.00	4605	61.44
	V-8	15.00	15.00	4600	61.37
	V-9	15.00	15.00	4604	61.42
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	V-7	15.00	15.00	4060	54.10
	V-8	15.00	15.00	4063	54.20
	V-9	15.00	15.00	4061	54.10
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	V-7	15.00	15.00	3844	51.30
	V-8	15.00	15.00	3846	51.30
	V-9	15.00	15.00	3847	51.30

Fuente: Desarrollado por el Tesista

A continuación, se exponen los datos del ensayo al tercer periodo de evaluación en relación con el material sin adición y el resto con las adiciones incorporadas como se ilustra en la Figura 59.

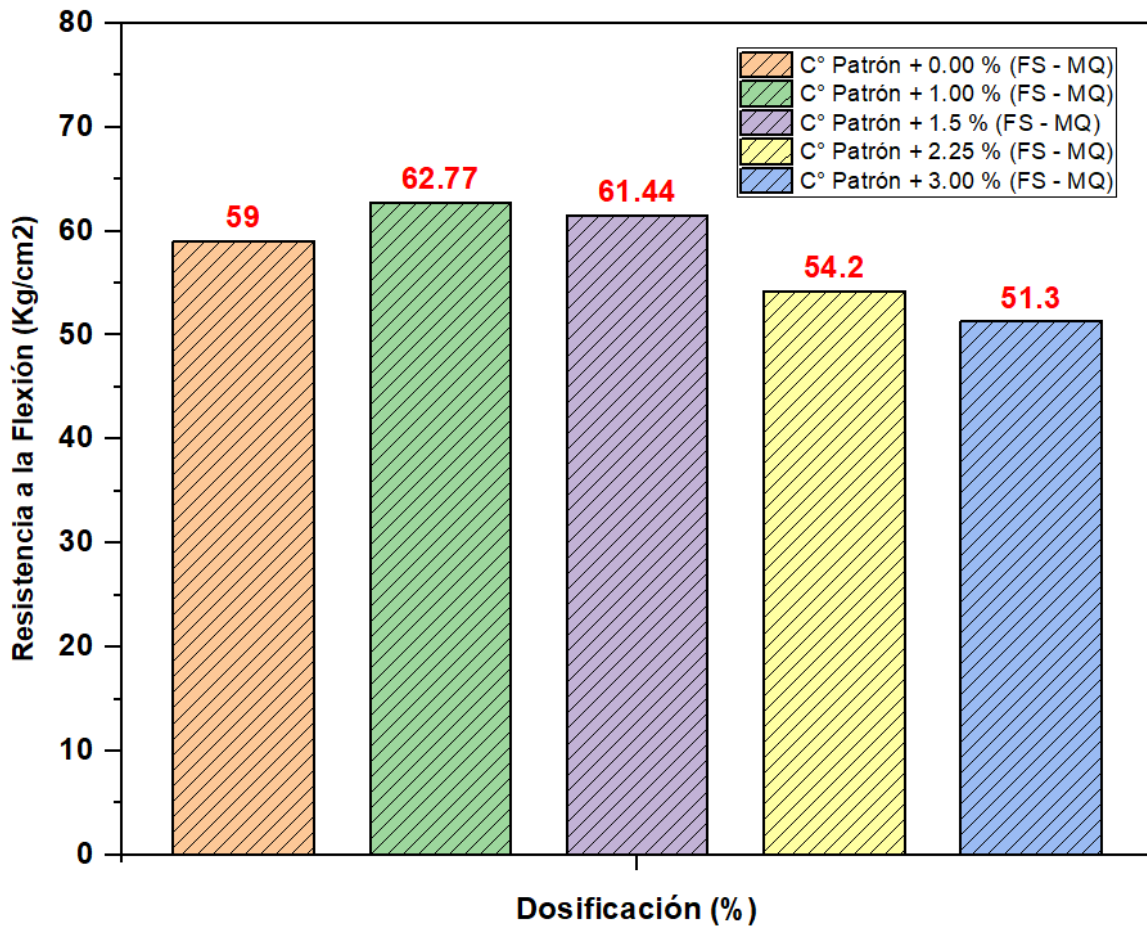


Figura 59. Gráfico de barras de la resistencia a flexión a los 28 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: En la Figura 59 muestra las cinco mezclas de concreto a los 28 días de curado, según el procedimiento ASTM C78, muestra la mezcla patrón tiene el valor de 59.00 kg/cm². Con porcentaje de 1.00% FS-MQ, se aprecia un aumento en la resistencia del 6.39%, alcanzando 62.70 kg/cm². La dosificación de 1.5% FS-MQ muestra también un incremento, de 4.14%, con una resistencia de 61.44 kg/cm². Sin embargo, al aumentar la dosificación a 2.25% FS-MQ, la resistencia disminuye en un 8.14%, resultando en 54.20 kg/cm². De manera similar, con 3.00% FS-MQ, se observa una reducción más notable del 13.05%, con una resistencia final de 51.30 kg/cm². De estas dosificaciones, la de 1.00% y 1.5% mostró una resistencia superior al concreto patrón evidenciando incrementos moderados de FS-MQ pueden mejorar sus valores, mientras que incrementos mayores reducen esta propiedad.

Resumen de la Resistencia a la Flexión a los 7,14 y 28 días

En la Tabla 45 se encuentran registrados los valores para las distintas dosificaciones en el primer al tercer periodo de evaluación

Tabla 45. Resistencia a la Flexión a los 7,14 y 28 días

Identificación	Resistencia Promedio (7 días)	Resistencia Promedio (14 días)	Resistencia Promedio (28 días)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	40.00	45.90	59.00
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	42.00	46.77	62.77
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	40.93	46.24	61.44
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	35.30	41.30	54.20
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	32.20	38.10	51.30

Fuente: Desarrollado por el Tesista

A continuación, se exponen los datos del ensayo al primer al tercer periodo de evaluación en relación con el material sin adición y el resto con las adiciones incorporadas como se ilustra en la Figura 60.

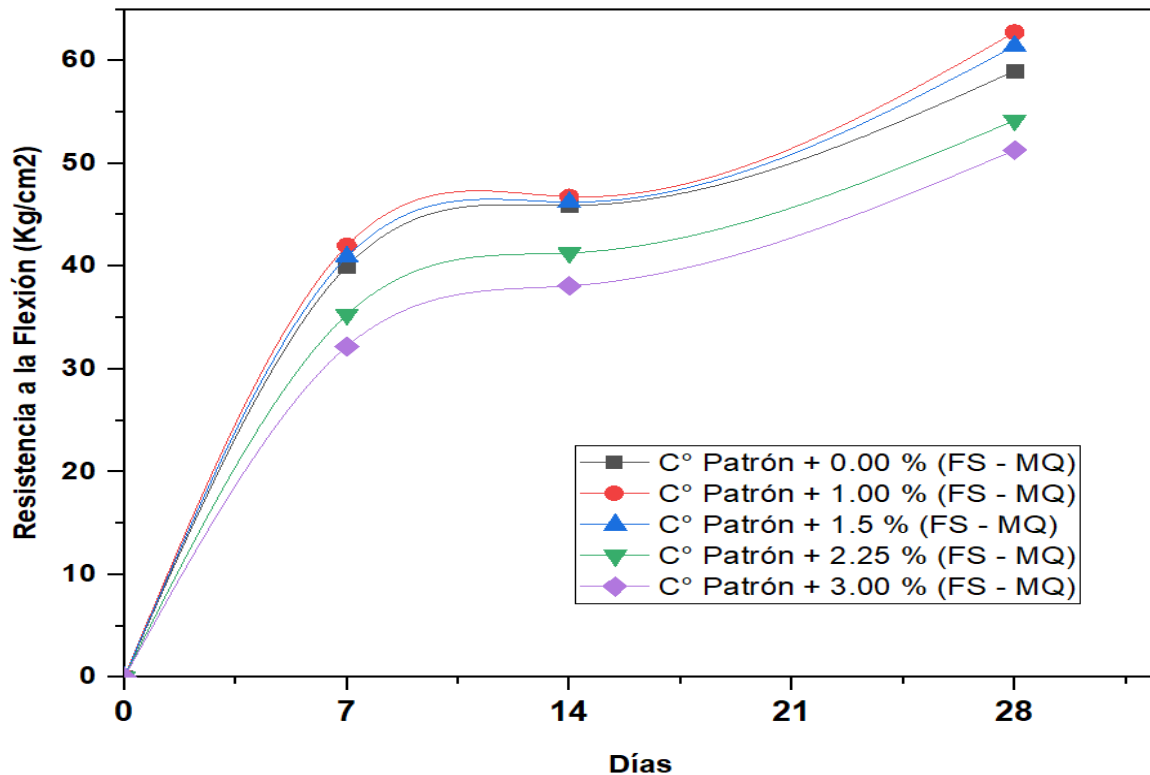


Figura 60. Grafica de las resistencias a flexión a los 7,14 y 28 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: La Figura 60 muestra el desarrollo de la resistencia a la tracción para la dosificación patrón (0.00% FS - MQ), se establecen los valores de resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días. El concreto patrón (0.00% FS - MQ) se toma como referencia, mostrando valores de 40.00, 45.90 y 59.00 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días respectivamente. Con una dosificación de 1.00% FS-MQ, la resistencia es superior a la del concreto patrón en todos los períodos evaluados, registrando un incremento del 5.00% a los 7 días (42.00 kg/cm²), del 1.90% a los 14 días (46.77 kg/cm²) y del 6.39% a los 28 días (62.77 kg/cm²). Para la dosificación de 1.5% FS-MQ, la resistencia también aumenta respecto al patrón, con un 2.33% a los 7 días (40.93 kg/cm²), 0.74% a los 14 días (46.24 kg/cm²) y 4.14% a los 28 días (61.44 kg/cm²). La dosificación de 2.25% FS-MQ muestra una reducción en resistencia frente al patrón de -11.75% a los 7 días (35.30 kg/cm²), -10.02% a los 14 días (41.30 kg/cm²) y -8.14% a los 28 días (54.20 kg/cm²). Finalmente, con 3.00% FS-MQ, la resistencia disminuye en un 19.50% a los 7 días (32.20 kg/cm²), -16.99% a los 14 días (38.10 kg/cm²) y -13.05% a los 28 días (51.30 kg/cm²).

OE 3: Determinar la influencia de la dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarilla influye en las propiedades y diseño del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla - 2023.

Influencia en el Asentamiento, Peso Unitario del Concreto y contenido de aire del concreto adicionando las Fibras Sisal y Residuos Mascarilla

Tabla 46. Influencia del asentamiento del concreto en cada dosificación

Cuadro Resumen del Asentamiento, Peso Unitario y Contenido de Aire de las Fibras (FS-MQ)				
Dosificación	Asentamiento		Teórico (%)	P.U Concreto (kg/m ³)
	in	cm		
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	4 1/2	11.5	2.5	2373
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	4 1/3	11.0	1.8	2363
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	4 1/7	10.5	1.7	2356
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	3 3/4	9.5	1.6	2325
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	3 1/2	9.0	1.6	2291

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: Como se ilustra en la Tabla 46 se detallan los valores obtenidos tanto del grupo estándar como del experimental con dosificaciones de concreto fresco de 1.00%, 1.50%, 2.25% y 3.00% usando (FS-MQ). Estos resultados muestran asentamientos que van desde 11.50 cm hasta 9.00 cm, indicando que el concreto tiene una buena consistencia, lo que facilita su uso en diferentes aplicaciones. Es relevante señalar que el contenido de aire en estas mezclas es menor al recomendado por el diseño de mezcla del ACI 211.1. Esta característica ofrece dos beneficios principales: primero, permite que el concreto sea más fácil de trabajar y colocar en moldes; y segundo, asegura una mezcla uniforme al reducir la separación de sus componentes y la pérdida de agua. Sin embargo, el análisis del peso unitario del concreto revela que todas las variantes se encuentran dentro de los estándares del concreto tradicional, manteniéndose entre 2200 kg/m³ y 2400 kg/m³. Es esencial reconocer que, si el peso fuera menor a 2200 kg/m³, estaríamos hablando de un concreto de tipo ligero, que, si bien tiene sus ventajas, también presenta desafíos, como una resistencia reducida y una menor durabilidad en condiciones adversas o zonas de alto desgaste. En resumen, la dosificación de (FS-MQ) en el concreto tiene un impacto positivo en sus propiedades, afectando su resistencia.

Influencia de Resistencia a Compresión adicionando las Fibras Sisal y Residuos Mascarilla

El gráfico ilustra la evolución de dicho ensayo en tres momentos claves: 7, 14 y 28 días, contrastando el grupo patrón con el grupo experimental que incluye dosificaciones de 1.00%, 1.50%, 2.25% y 3.00% de FS-MQ. El objetivo es evaluar cómo estas dosificaciones afectan en un concreto con una resistencia nominal de $f'c=280kg/cm2$.

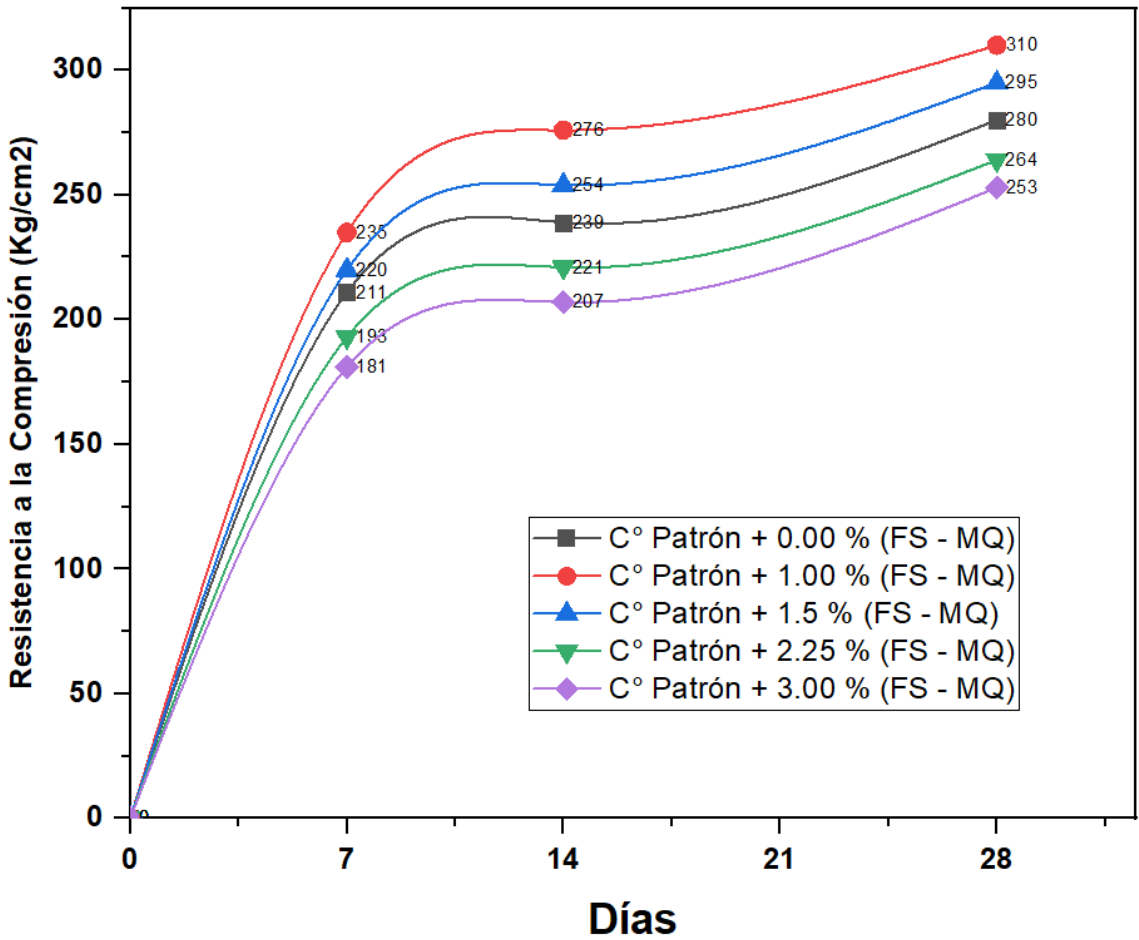


Figura 61. Influencia de la resistencia a compresión en cada dosificación

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: La Figura 61 evidencia cómo se comporta en relación al concreto a lo largo de tres intervalos de tiempo diferentes: 7, 14 y 28 días. Esta figura compara los valores medios alcanzados por el concreto estándar frente a los obtenidos en las mezclas experimentales frente a dosificaciones del 1.00%, 1.50%, 2.25% y 3.00%. De los datos, es claro que la máscara triturada al concreto influye directamente su resistencia. En detalle, al aumentar la dosificación triturada al material, se percibe valores de bajos al llegar a una dosificación del 3.00% (compuesta por 1% de Fibra Sisal y 2% de Residuo de Mascarilla), la resistencia disminuye en -14.22%, -13.39% y -9.64% respecto al patrón, obteniendo 181, 207 y 253 kg/cm² en cada fase. Esta caída se atribuye a una mezcla y un entrelazamiento no óptimos de las fibras, afectando la uniformidad del concreto. No obstante, con una dosificación más moderada del 1.00% (0.25% Fibra Sisal y 0.75% Residuos de Mascarilla), la resistencia se mantiene bastante estable, muestra un incremento sobre el patrón de 11.37%, 15.48% y 10.71%, alcanzando 235, 276 y 310 kg/cm² en cada período.

Influencia de Resistencia a Tracción adicionando las Fibras Sisal y Residuos Mascarilla

El gráfico ilustra la evolución de dicho ensayo en relación con el concreto en tres momentos claves: 7, 14 y 28 días, contrastando el grupo patrón con el grupo experimental que incluye dosificaciones de 1.00%, 1.50%, 2.25% y 3.00% de FS-MQ. El objetivo es evaluar cómo estas dosificaciones afectan al concreto con una resistencia designada de $f'c=280kg/cm^2$.

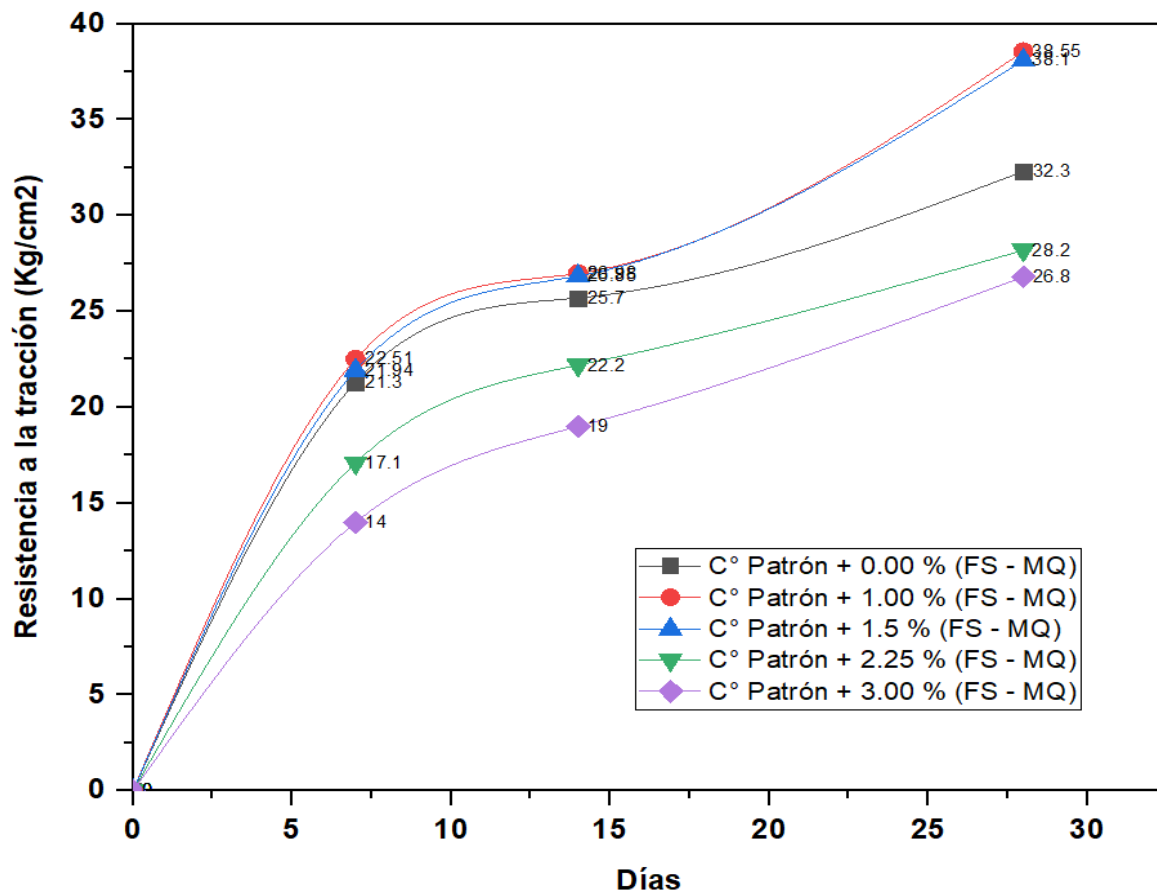


Figura 62. Influencia de la resistencia a Tracción en cada dosificación

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: La Figura 62 ilustra cómo se comporta dicho ensayo a lo largo de tres periodos de tiempo: 7, 14 y 28 días. En esta representación, se contrastan los promedios calculados con el concreto estándar frente a dosificaciones del 1.00%, 1.50%, 2.25% y 3.00%. De los datos, es claro que la incorporación de máscara triturada al concreto influye directamente su resistencia. En detalle, al incrementar el volumen de máscara triturada en la mezcla, se percibe valores bajos al llegar a una dosificación del 3.00% (compuesta por 1% de Fibra Sisal y 2% de Residuo de Mascarilla), la resistencia disminuye aún más frente al patrón, con una caída del 34.27% a los 7 días (14.00 kg/cm²), del 26.07% a los 14 días (19.00 kg/cm²) y del 17.03% a los 28 días (26.80 kg/cm²). Esta caída se atribuye a una mezcla y un entrelazamiento no óptimos de las fibras, afectando la uniformidad del concreto. No obstante, con una dosificación más moderada del 1.00% (0.25% Fibra Sisal y 0.75% Residuos de Mascarilla), la es superior a la del concreto patrón en todos los

períodos evaluados, con incrementos del 5.68% a los 7 días (22.51 kg/cm²), del 4.98% a los 14 días (26.98 kg/cm²) y del 19.35% a los 28 días (38.55 kg/cm²).

Influencia de Resistencia a Flexión adicionando las Fibras Sisal y Residuos Mascarilla

El gráfico ilustra la evolución de dicho ensayo en relación con el concreto en tres momentos claves: 7, 14 y 28 días, contrastando el grupo patrón con el grupo experimental que incluye dosificaciones de 1.00%, 1.50%, 2.25% y 3.00% de FS-MQ. El objetivo es evaluar cómo estas dosificaciones afectan a una resistencia designada de $f'c=280kg/cm^2$.

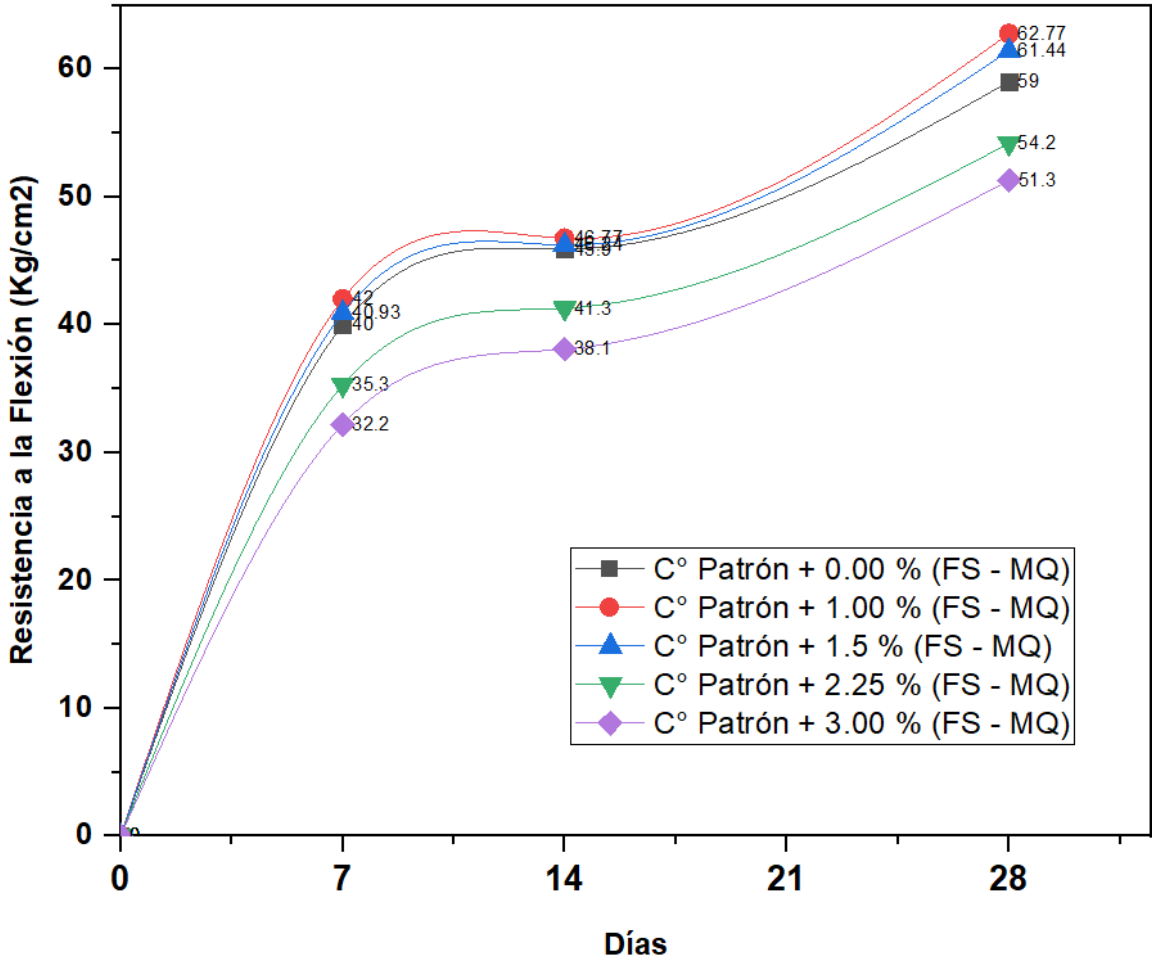


Figura 63. Influencia de la resistencia a Flexión en cada dosificación

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: La Figura 63 ilustra la evolución de dicho ensayo en relación con el concreto a lo largo de tres periodos de tiempo: 7, 14 y 28 días. En esta representación, se contrastan los promedios calculados con el concreto estándar frente a dosificaciones del 1.00%, 1.50%, 2.25% y 3.00%. De los datos, es claro que la incorporación de máscara triturada al concreto influye directamente su resistencia. En detalle, al incrementar el volumen de máscara triturada en la mezcla, se percibe una disminución al llegar al 3.00% (compuesta por 1% de Fibra Sisal y 2% de Residuo de Mascarilla), la resistencia disminuye en -19.50%, -16.99% y -13.55% respecto al patrón, obteniendo 32.20, 38.10 y 51.30 kg/cm² en cada fase. Esta caída se atribuye a una mezcla y un entrelazamiento no óptimos de las fibras, afectando la uniformidad del concreto. No obstante, con una dosificación más moderada del 1.00% (0.25% Fibra Sisal y 0.75% Residuos de Mascarilla), la resistencia se mantiene bastante estable pues evidencia la muestra un incremento sobre el patrón de 5.00%, 1.90% y 6.39%, alcanzando 42.00, 46.77 y 62.77 kg/cm² en cada período.

OE 4: Determinar la influencia de la dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarilla influye en las propiedades y diseño del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla - 2023.

4.2.5. DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

Estudio de Tráfico:

Inicialmente, se llevó un análisis de tráfico para calcular el IMDA y ESAL, utilizando como referencia el manual de carreteras. La figura 64 ilustra un esquema del área de estudio y la estación designada para la recolección de datos.






















Figura 64. Mapa de ubicación de estaciones para conteo de vehículos

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Iniciamos un estudio de tráfico en el que se establecieron dos estaciones para abarcar ambos carriles y registrar la circulación en ambas direcciones. Los datos se recopilaban desde las 6:00 am hasta las 9:00 pm durante 7 días consecutivos. Durante este periodo, se identificaron tres intervalos de mayor flujo vehicular: de 7:00 a 8:00 am, relacionado con la cercanía a centros educativos; de 13:00 a 14:00, por la rotación de estudiantes entre turnos; y al finalizar la jornada laboral en oficinas aledañas. En este estudio, se contabilizaron distintos tipos de vehículos, incluyendo automóviles, Station Wagons, camionetas, microbuses, ómnibus, camiones, semitrailers y trailers.

En la siguiente imagen se anexa el conteo vehicular para el cálculo del ESAL, dato importante para el diseño del pavimento rígido.

Figura 65. Ficha de conteo de vehículos

Día		Automóvil	S. Wagon	Camionetas			Micro	Omnibus			Camion			Semitraylers					Traylers						
				Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
																									
Domingo	01/10/2023	Av. La Playa - PE-20	8310	7418	830	638	35	2518	55	18	32	25	6	4	3	2	3	3	3	10	2	2	0	0	
		PE-20 - Av. La Playa	7564	7235	750	415	25	2200	30	15	20	10	4	3	0	2	3	1	5	4	0	2	0	0	
		Total	15874	14653	1580	1053	60	4718	85	33	52	35	10	7	3	4	6	4	8	14	2	4	0	0	
Lunes	02/10/2023	Av. La Playa - PE-20	10697	8676	823	908	103	3223	179	40	2	40	11	25	15	9	15	9	10	6	6	5	5	2	
		PE-20 - Av. La Playa	10789	8694	786	910	109	3254	175	37	9	35	10	12	10	4	5	5	3	3	3	3	5	2	
		Total	21486	17370	1609	1818	212	6477	354	77	11	75	21	37	25	13	20	14	13	9	9	8	10	4	
Martes	03/10/2023	Av. La Playa - PE-20	11642	10654	745	534	265	3276	140	45	35	15	15	25	15	5	4	3	7	3	2	2	2	2	
		PE-20 - Av. La Playa	10678	10832	541	359	125	3945	125	23	32	10	9	14	12	3	1	3	9	8	2	3	2	5	
		Total	22320	21486	1286	893	390	7221	265	68	67	25	24	39	27	8	5	6	16	11	4	5	4	7	
Miércoles	04/10/2023	Av. La Playa - PE-20	12354	14523	956	458	652	351	256	40	35	36	24	65	25	4	5	9	4	5	2	2	5	1	
		PE-20 - Av. La Playa	11564	12354	845	657	452	324	245	35	24	25	32	32	17	6	3	6	3	5	4	2	4	1	
		Total	23918	26877	1801	1115	1104	675	501	75	59	61	56	97	42	10	8	15	7	10	6	4	9	2	
Jueves	05/10/2023	Av. La Playa - PE-20	15634	14652	945	468	623	324	222	25	30	24	25	60	28	4	3	1	11	0	2	1	4	3	
		PE-20 - Av. La Playa	14679	13354	785	452	555	333	152	35	17	20	15	35	20	4	5	0	8	3	0	3	5	3	
		Total	30313	28006	1730	920	1178	657	374	60	47	44	40	95	48	8	8	1	19	3	2	4	9	6	
Viernes	06/10/2023	Av. La Playa - PE-20	12486	12456	124	456	36	378	354	45	35	45	85	11	8	3	1	8	1	5	7	2	2	4	5
		PE-20 - Av. La Playa	11112	12444	111	398	40	345	325	42	40	50	10	5	1	5	3	0	3	0	0	0	4	6	
		Total	23598	24900	235	854	76	723	679	87	85	135	21	13	4	6	11	1	8	7	2	2	8	11	
Sábado	07/10/2023	Av. La Playa - PE-20	10160	9231	1183	995	57	3004	199	30	9	50	18	15	15	10	8	12	5	19	4	2	3	5	
		PE-20 - Av. La Playa	9982	9054	983	905	65	2897	175	33	15	20	10	6	4	5	3	1	4	5	3	3	4	4	
		Total	20142	18285	2166	1900	122	5901	374	63	24	70	28	21	19	15	11	13	9	24	7	5	7	9	
IMDs		Av. La Playa - PE-20	11611.9	11087.1	800.9	636.7	253.0	1867.7	200.7	34.7	26.9	39.3	15.7	28.9	14.9	5.0	6.6	5.4	6.4	7.1	2.9	2.3	3.3	2.6	
		PE-20 - Av. La Playa	10909.7	10566.7	685.9	585.1	195.9	1899.7	175.3	31.4	22.4	24.3	12.9	15.3	9.1	4.1	3.3	2.3	5.0	4.0	1.7	2.3	3.4	3.0	
		Total	22521.6	21653.9	1486.7	1221.9	448.9	3767.4	376.0	66.1	49.3	63.6	28.6	44.1	24.0	9.1	9.9	7.7	11.4	11.1	4.6	4.6	6.7	5.6	
IMDa		Av. La Playa - PE-20	12299.40	11743.62	848.28	674.41	267.98	1978.30	194.10	33.57	25.97	37.99	15.20	27.91	14.37	4.84	6.35	5.25	6.22	6.91	2.76	2.21	3.18	2.49	
		PE-20 - Av. La Playa	11555.69	11192.38	726.47	619.79	207.45	2012.20	169.51	30.39	21.69	23.49	12.43	14.78	8.84	4.01	3.18	2.21	4.84	3.87	1.66	2.21	3.32	2.90	
		Total	23855.09	22936.00	1574.74	1294.20	475.43	3990.50	363.61	63.96	47.66	61.48	27.63	42.69	23.21	8.84	9.53	7.46	11.05	10.78	4.42	4.42	6.49	5.39	
2023		Total vehículos	23855	22936	1575	1294	475	3991	364	64	48	61	28	43	23	9	10	7	11	11	4	4	6	5	

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Donde:

$$IMDs = \frac{V_D + V_L + V_M + V_M + V_J + V_V + V_S}{7}$$

$$IMDa = IMDs * fe$$

El **IMDs** se determinó a partir del promedio obtenido de la suma de datos recolectados durante una semana. Por otro lado, el **IMDa** se calculó multiplicando el **IMDs** por un factor de corrección correspondiente a vehículos ligeros y pesados por unidad de peaje. Estos factores de corrección fueron proporcionados por SUTRAN. Es relevante mencionar que la zona de estudio está próxima al peaje **SERPENTIM PASAMAYO**, y para este análisis se consideraron los valores correspondientes al mes de octubre, que fueron **1.059** y **0.967**, respectivamente

Demanda Proyectada

Los datos obtenidos de este estudio son fundamentales para proyectar la demanda a lo largo del período de análisis. Esta información resulta crucial para estimar el número de Ejes Equivalentes (EE) necesarios para conocer el espesor de la losa de concreto. Para el análisis, se emplearon los lineamientos del Manual de Carreteras, centrándose en las secciones correspondientes a Pavimentos.

- **Factor direccional y factor carril**

Esta relación se identifica como el indicador del número de vehículos pesados que transitan en una dirección determinada del flujo de tráfico.

N° Calzadas	N° de Sentidos	N° x carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Fd x Fc para carril de diseño
2 calzadas con separador central	2 sentidos	1	0.5	1	0.5
	2 sentidos	2	0.5	0.8	0.4
	2 sentidos	3	0.5	0.6	0.3
	2 sentidos	4	0.5	0.5	0.25

Figura 66. Factores de Distribución Direccional y de Carril

Fuente: (MTC, 2014, pág. 68)

En relación con la zona de estudio, esta cuenta con dos calzadas separadas por un divisor central y tiene cuatro carriles en total, distribuidos en dos carriles por cada sentido de circulación.

- **Cálculo de tasas de crecimiento y proyección**

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0(1 + r)^{n-1}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

T₀ = Tránsito actual (año base) en veh/día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Para ello se tomaron los siguientes criterios

Tabla 47. Tasa anual de crecimiento de vehículos

Tasa anual de crecimiento Vehículos livianos	r:	1.45 %
Tasa anual de crecimiento vehículos pesados	r:	3.07 %
Tiempo que pasa del estudio de proyecto hasta la ejecución (años)	n:	2

Fuente: Elaboración Propia

Para determinar cuántos vehículos, tanto ligeros como pesados, se utilizaron los datos proporcionados por SUTRAN. Además, se contempla un periodo de ejecución del proyecto de dos años.

Tasa de crecimiento de vehículos ligeros		Tasa de crecimiento de vehículos pesados	
Departamento	TC	Departamento	PBI
Lambayeque	0.97%	Lambayeque	3.45%
Lima provincias	1.45%	Lima provincias	3.07%

Figura 67. Tasa de Crecimiento de vehículos

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, presentamos un cuadro que detalla el criterio para seleccionar el Fca con un periodo de análisis proyectado a 20 años

Pavimento rígido			
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	3.07 %	
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n:	20	
Factor Fca vehículos pesados	$Factor Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$	Fca	27.06

Tabla 48. Factor de crecimiento acumulado

Fuente: Elaboración Propia

- **Número de repeticiones de ejes equivalentes**

Para el cálculo de los EE, recurrimos a relaciones simplificadas que se obtuvieron a partir de la correlación de valores presentes en el manual de carreteras.

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE 8.2 tn)
Eje Simple de ruedas simples (EEs1)	$[P/6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EEs2)	$[P/8.2]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETA1)	$[P/13.0]^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EETA2)	$[P/13.3]^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETR1)	$[P/16.6]^{4.0}$
Eje Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)	$[P/17.5]^{4.0}$
P= peso real por eje en toneladas	

Figura 68. Relación de Cargas por Eje para Pavimentos Rígidos

Fuente: (MTC, 2014, pág. 71)

Finalmente, nuestros resultados reflejan los Ejes Equivalentes requeridos para el diseño de un pavimento rígido, proyectados hasta el año 2045.

Pavimento rígido		
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	3.07 %
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n:	20
Factor Fca vehículos pesados $Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$	Fca	27.06
N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido		2 calzadas con separador central, 2 sentidos, 2 carriles por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.40
Número de ejes equivalentes (ESAL) $\#EE = 365 * (\Sigma f. IMDa) * Fd * Fc * Fca$	ESAL	14 684 799

Figura 69. Cálculo de ESAL

Fuente: Elaboración Propia

El cálculo del ESAL tuvo un valor de 14 684 799 se encuentra clasificado en el rango de:

Figura 70. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 T

Tp11	$> 12'500.000 \text{ EE} \leq 15'000.000 \text{ EE}$
------	--

Fuente: (MTC, 2014, pág. 230)

Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr)

Se define como la confiabilidad puede interpretarse como un factor de seguridad en el diseño.

Clasificación funcional	Nivel de Confiabilidad	
	Urbano	Rural
Autopista y Carreteras interestatales y otras vías	85.0 - 99.9	80.0 - 99.9
Arterias Principales	80.0 - 99.0	75.0 - 95.0
Colectores	80.0 - 95.0	75.0 - 95.1
Locales	50.0 - 80.0	50.0 - 80.0

Tipos de Caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Nivel de Confiabilidad (R)	Desviación Estándar Normal (Zr)
Resto de Caminos	TP11	12'500.001	15'000.000	90%	-1.282

Figura 71. Confiabilidad y Desviación Estándar Normal

Fuente: (MTC, 2014, pág. 231)

Interpretación: La zona en estudio fue categorizada como una autopista, cumpliendo con las características definitorias de este tipo de vía. Se estableció un nivel de confiabilidad del 90% y su (Zr) valorada en -1.282.

Error Estándar Combinado (So)

Proyecto de Pavimento	So	
	Flexible	Rígido
	0.40 - 0.50	0.30 - 0.40
Construcción Nueva	0.45	0.35
Sobrecapas	0.5	0.4

Figura 72. Error Estándar Combinado (So)

Fuente: (MTC, 2014, pág. 232)

Interpretación: Para el área en cuestión, se planea una nueva construcción de pavimento rígido con un valor de $So=0.35$.

Índice de Serviciabilidad (Δ PSI)

Tipos de Caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Índice de Serviciabilidad (Pi)	Índice de Serviciabilidad Final (Pt)	Índice de Serviciabilidad (Δ PSI)
		12'500.001	15'000.000	4.30%	2.50	1.80
Resto de Caminos	TP11					

Figura 73. Cuadro del índice de Serviciabilidad (Δ PSI)

Fuente: (MTC, 2014, pág. 233)

Interpretación: Dado que fue clasificado como tráfico tipo Tp11, su (Pt) = 4.30, y el final (Pf) = 2.50. Esto nos da una diferencia de serviciabilidad (Δ PSI) de 1.80.

CBR mínimo de la subbase granular (%)

Tráfico	Ensayo Norma	Requerimiento
Para tráfico $\leq 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 40%
Para tráfico $> 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 60%

Figura 74. Requerimiento de CBR mínimo

Fuente: (MTC, 2014, pág. 234)

Interpretación: Considerando el tráfico tipo Tp11 y siendo un diseño nuevo, se estipuló un CBR mínimo del 40%

Módulo de reacción de la subrasante (Mpa/m)

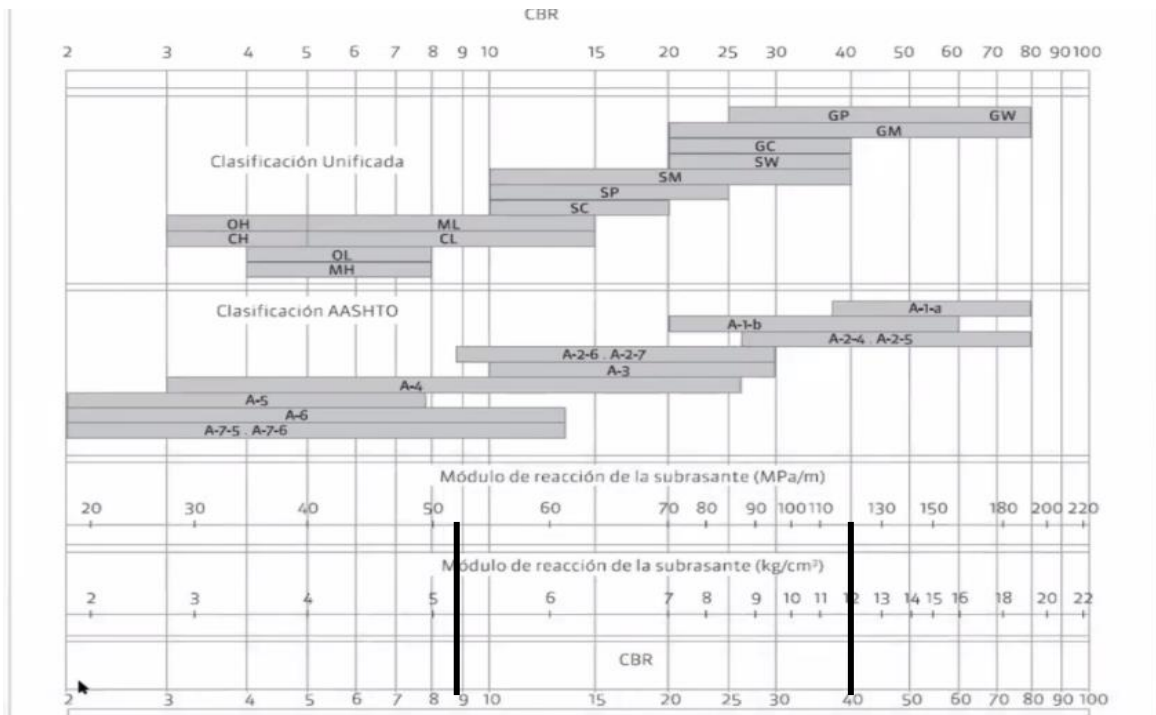


Figura 75. Módulo de reacción de la subrasante

Fuente: (MTC, 2014, pág. 234)

Interpretación: El estudio de suelos para nuestra área de estudio arrojó un CBR de 8.8% y, para la subbase granular, un CBR del 40%. Esto resultó en la determinación del módulo de reacción de la subrasante con valores de $K_0 = 52$ Mpa y $K_1 = 120$ Mpa, respectivamente.

Coeficiente de reacción combinado (Mpa)

Para hallar el resultado se usó la siguiente fórmula:

$$K_c = \left(1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 + \left(\frac{K_1}{K_0} \right)^{\frac{2}{3}} \right)^{0.5} * K_0$$

$$K_c = \left(1 + \left(\frac{15}{38} \right)^2 + \left(\frac{120}{52} \right)^{\frac{2}{3}} \right)^{0.5} * 52$$

El MTC recomienda un espesor para la subbase granular de $h = 15$ cm, lo que resulta en un K_c de 58.65 Mpa/m.

Cálculo del Módulo de rotura del concreto:

Rango de Tráfico (EE)	Rest. Mínima a la Flexotracción (MR)	Rest. Mínima equivalente a la compresión
5'000.000 EE > X ≤ 15'000.000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²

Figura 76. Requerimiento Mínimo para resistencia al concreto

Fuente: (MTC, 2014, pág. 235)

Interpretación:

Diseño de Mezcla Patrón

Los resultados de los ensayos mostraron que, para el último periodo de evaluación tuvo como resistencia de $f_c=280$ kg/cm², según se detalla en la tabla 37. Además, la resistencia a la flexión alcanzó los 59 kg/cm², como se indica en la tabla 45. Esta última medida satisface el requisito mínimo de resistencia a la flexión (Mr), pero no alcanza el mínimo requerido para la resistencia como se observa en la figura 76.

Diseño 1% (0.25% Sisal + 0.75% Mascarilla)

Los resultados de los ensayos mostraron que, para el último periodo de evaluación tuvo como resistencia de $f_c=310$ kg/cm², según se detalla en la tabla 37. Además, la resistencia a la flexión alcanzó los 62.77 kg/cm², como se indica en la tabla 45. Esta última medida satisface el requisito mínimo de resistencia a la flexión (Mr), además alcanza el mínimo requerido para la resistencia, de acuerdo como se muestra en la figura 76.

Diseño 1.5% (0.50% Sisal + 1.00% Mascarilla)

Los resultados de los ensayos mostraron que, para el último periodo de evaluación tuvo como resistencia de $f_c=295$ kg/cm², según se detalla en la tabla 37. Además, la resistencia a la flexión alcanzó los 61.44 kg/cm², como se indica en la tabla 45. Esta última medida satisface el requisito mínimo de resistencia a la flexión (Mr), pero no alcanza el mínimo requerido para la resistencia, de acuerdo como se muestra en la figura 76.

Diseño 2.25% (0.75% Sisal + 1.5% Mascarilla)

Los resultados de los ensayos mostraron que, para el último periodo de evaluación tuvo como resistencia de $f_c=264$ kg/cm², según se detalla en la tabla 37. Además, la resistencia a la flexión alcanzó los 54.20 kg/cm², como se indica en la tabla 45. Esta última medida satisface el requisito mínimo de resistencia a la flexión (M_r), pero no alcanza el mínimo requerido para la resistencia, de acuerdo como se muestra en la figura 76.

Diseño 3% (1.00% Sisal + 2.00% Mascarilla)

Los resultados de los ensayos mostraron que, para el último periodo de evaluación tuvo como resistencia de $f_c=253$ kg/cm², según se detalla en la tabla 37. Además, la resistencia a la flexión alcanzó los 51.30 kg/cm², como se indica en la tabla 45. Esta última medida satisface el requisito mínimo de resistencia a la flexión (M_r), pero no alcanza el mínimo requerido para la resistencia a la compresión, de acuerdo como se muestra en la figura 76.

Tabla 49. Comparación de espesores según contenido de fibras

Dosificación	Losa de Concreto (cm)		Subbase Granular (cm)	R. Mínima (300 kg/cm ²) / (Observaciones)
	Con Pasador	Sin Pasador		
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	24	28	15	F'c= 280, No cumple
				Con J = ahorras 3 cm
				Sin J = No cumple, excede 1 cm
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	23	27	15	F'c= 310, Cumple
				Con J = ahorras 4 cm
				Sin J = cumple, no hay ahorro
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	24	27	15	F'c= 295, No cumple
				Con J = ahorras 3 cm
				Sin J = cumple, no hay ahorro
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	25	29	15	F'c= 264, No cumple
				Con J = ahorras 2 cm
				Sin J = No cumple, excede 2 cm
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	26	30	15	F'c= 253, No cumple
				Con J = ahorras 1 cm
				Sin J = No cumple, excede 3 cm

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Cálculo del Módulo de elasticidad:

Considerando:

$$F'c=310\text{kg/cm}^2 = 4409.24 \text{ psi}$$

Formula AASHTO:

$$57000 * (f'c)^{0.5} = 57000 * 4409.24^{0.5} = 378498.8851 \text{ PSI} = 2609.657 \text{ MPA}$$

Cálculo del coeficiente de transferencia de carga:

Al tener confinamiento lateral y al ser un pavimento de tránsito alto, consideramos la colocación de pasadores, por lo que:

Tipo de Berma	J			
	Granular Asfáltica		Concreto Hidráulico	
Valores J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
	3.2	3.8 - 4.4	2.8	3.8

Figura 77. Coeficiente de transferencia de carga

Fuente: (MTC, 2014, pág. 237)

Interpretación: Se considero un coeficiente de transferencia de carga (J) = 2.8

Cálculo del coeficiente de drenaje:

Considerando los 180 días de lluvia al año y el drenaje regular:

Calidad de Drenaje	% del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.9

Figura 78. Coeficiente de drenaje

Fuente: (MTC, 2014, pág. 237)

Interpretación: Se considero un coeficiente de drenaje (Cd) de 0.90

Espesor de losa de concreto

Datos Proporcionados		
CBR Sub-base Granular	CBR SBG%	40
Tráfico x10 ⁶ EE	ESAL	15
Calidad del Drenaje	Cd	0.9
Procedimiento Cálculos		
Cargas de Tráfico Vehicular al Pavimento	ESAL (W18)	14684799
Suelo de la Subrasante	CBR	8.80 %
Modulo de Resiliencia de la Subrasante Mr (psi)= 2555xCBR ^{0.64}	MR (psi)	10276.85
Resistencia del Concreto (Kg/cm ²)	F'c	310
Módulo elástico del Concreto (MPA) E=57000X(f'c) ²	Ec	26096.10
Resistencia media del concreto a flexo tracción (MPA) Mr=a*f'c ^{0.5}	Mr	6.15
Modulo de reacción de la subrasante (Mpa/m)	Ko	52
CBR mínimo de la subbase (%)	CBR (subB)	40.00 %
Módulo de reacción de la subbase granular (Mpa/m)	K1 (subB)	120
Espesor de la subbase granular (cm) recomendado por la MTC	h	15 cm
Coficiente de reacción combinado (Mpa) $K_c = \left(1 + \left(\frac{h}{38}\right)^2 + \left(\frac{K_1}{K_0}\right)^{\frac{2}{3}}\right)^{0.5} * K_0$	Kc	58.65
Tipo de Tráfico	Tipo:	T P11
Nivel de Confiabilidad	Coef.	90%
Coficiente estadístico de desviación estándar normal	ZR	-1.282
Desviación estándar combinado	So	0.35
Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	Pi	4.3
Indice de serviciabilidad Final según rango de tráfico	Pt	2.5
Diferencial se serviciabilidad según rango de tráfico	Δ PSI	1.8
Coficiente de Transmisión de Cargas en las juntas	J	2.8
*Concreto Hidráulico con pasadores		

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{ds} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Espesor de pavimento de concreto en milímetros	D=	225.10
--	----	--------

d1	d2
23.00 cm	15 cm
C.S (Losa de Concreto)	SUBBASE GRANULAR

Figura 79. Memoria de Cálculo

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: El diseño arrojó un espesor total de 23 cm, con una subbase granular de 15 cm.

4.3. Análisis Estadístico de resultados

El método empleado para determinar el grado de asociación se detalla en el Anexo 05.

Para la Resistencia en compresión: Se identifica una correlación positiva destacada entre este ensayo y la mezcla de Fibra de Sisal con Residuos de mascarilla, evidenciada por un coeficiente de correlación de Pearson de -0.639.

Para la Resistencia en tracción: Hay una fuerte correlación positiva entre este ensayo y la mezcla de Fibra de Sisal y Residuos de mascarilla, con un coeficiente de correlación de Pearson de -0.595

Para la Resistencia en flexión: Se destaca una correlación positiva significativa entre este ensayo y la combinación de Fibra de Sisal y Residuos de mascarilla, indicada por un coeficiente de correlación de Pearson de -0.748

V. DISCUSIÓN

OE 1: Determinar cómo influye la adición de fibras sisal y mascarillas en las propiedades físicas de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla – 2023

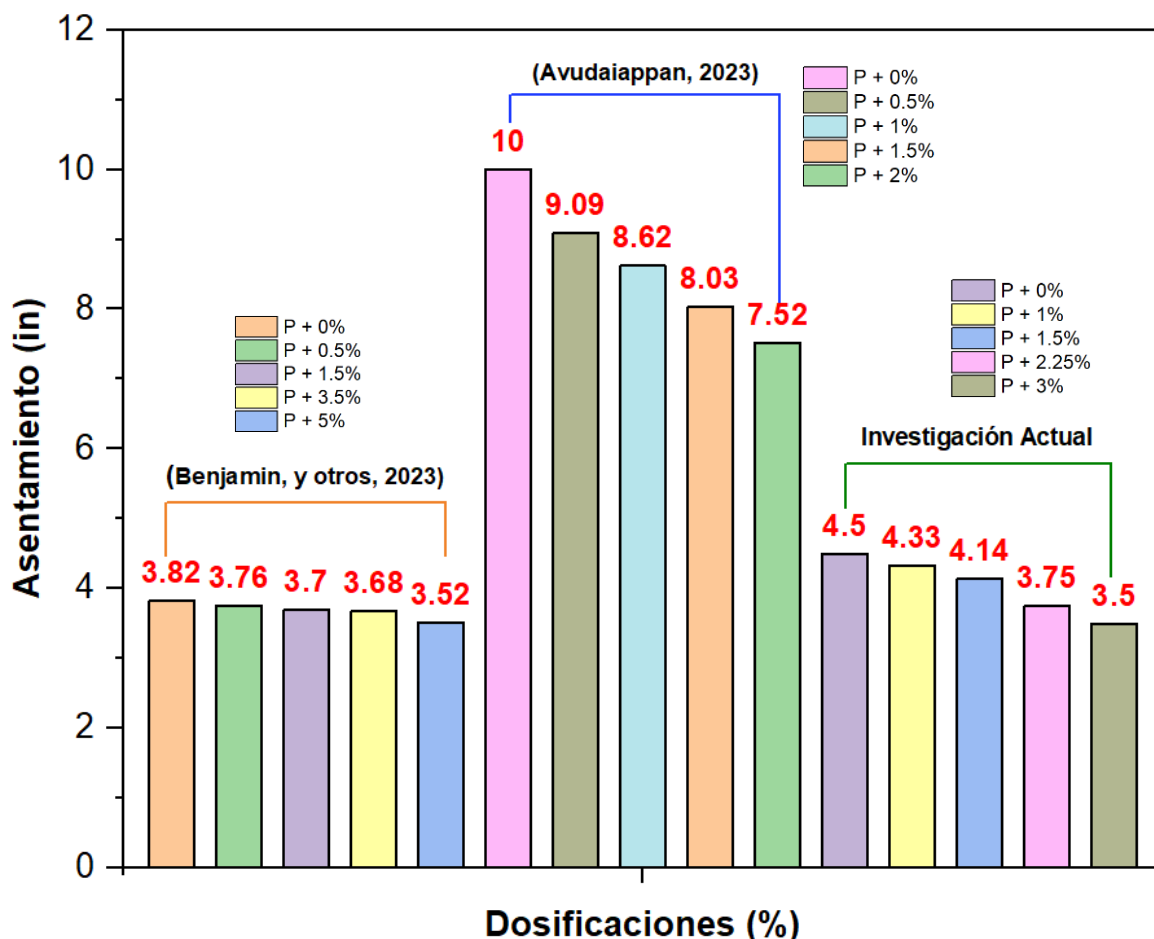


Figura 80. Influencia de asentamientos de diferentes investigaciones

Fuente: Desarrollado por el Tesista

En la investigación actual la dosificación base, sin adición de (FS-MQ), mostró un asentamiento de 4 1/2 pulgadas. Al incrementar la dosificación de fibras (Sisal y residuos de mascarilla), la disminución en asentamiento fue de -4.35% con 1.00% FS, -8.69% con 1.5% FS, -17.39% con 2.25% FS y -21.74% con 3.00% FS, manteniendo en todos los casos una consistencia plástica y trabajabilidad adecuada, mostrando que el concreto mantiene una consistencia adecuada para su manipulación. Durante el estudio, se consideró la textura y longitud de los

materiales, ya que pueden influir en sus características físicas y mecánicas. Por otro lado, los resultados de (Benjamin, y otros, 2023), que también utilizaron FS, mostraron un asentamiento inicial de 5 3/6 pulgadas en su dosificación patrón. Sus porcentajes de disminución de asentamiento fueron significativamente menores, con -1.57% para 0.5% FS, -3.14% para 1.50% FS, -3.66% para 3.50% FS y -7.85% para 5.00% FS, lo cual también indica una tendencia a la disminución en la trabajabilidad, pero en una escala más atenuada. Asimismo, (Avudaiappan, 2023), utilizando mascarillas quirúrgicas (MQ) como aditivo, partió de un asentamiento más alto de 10 pulgadas para el patrón, y mostró una reducción de -9.10% para 0.5% MQ, -13.80% para 1.00% MQ, -19.70% para 1.50% MQ y -24.80% para 2.00% MQ, alcanzando una consistencia fluida y una alta trabajabilidad en todas las mezclas.

Aunque la investigación actual y entre los dos autores usaron diferentes aditivos apartes, ambos mostraron que el incremento en la proporción de aditivos reciclados lleva a una mayor disminución en el asentamiento. Cuando se añade mayor porcentaje de fibra de Sisal o residuos de mascarilla, la dispersión se vuelve más compleja y la fluidez del concreto disminuye, un hallazgo consistente en ambas investigaciones.

Peso Unitario

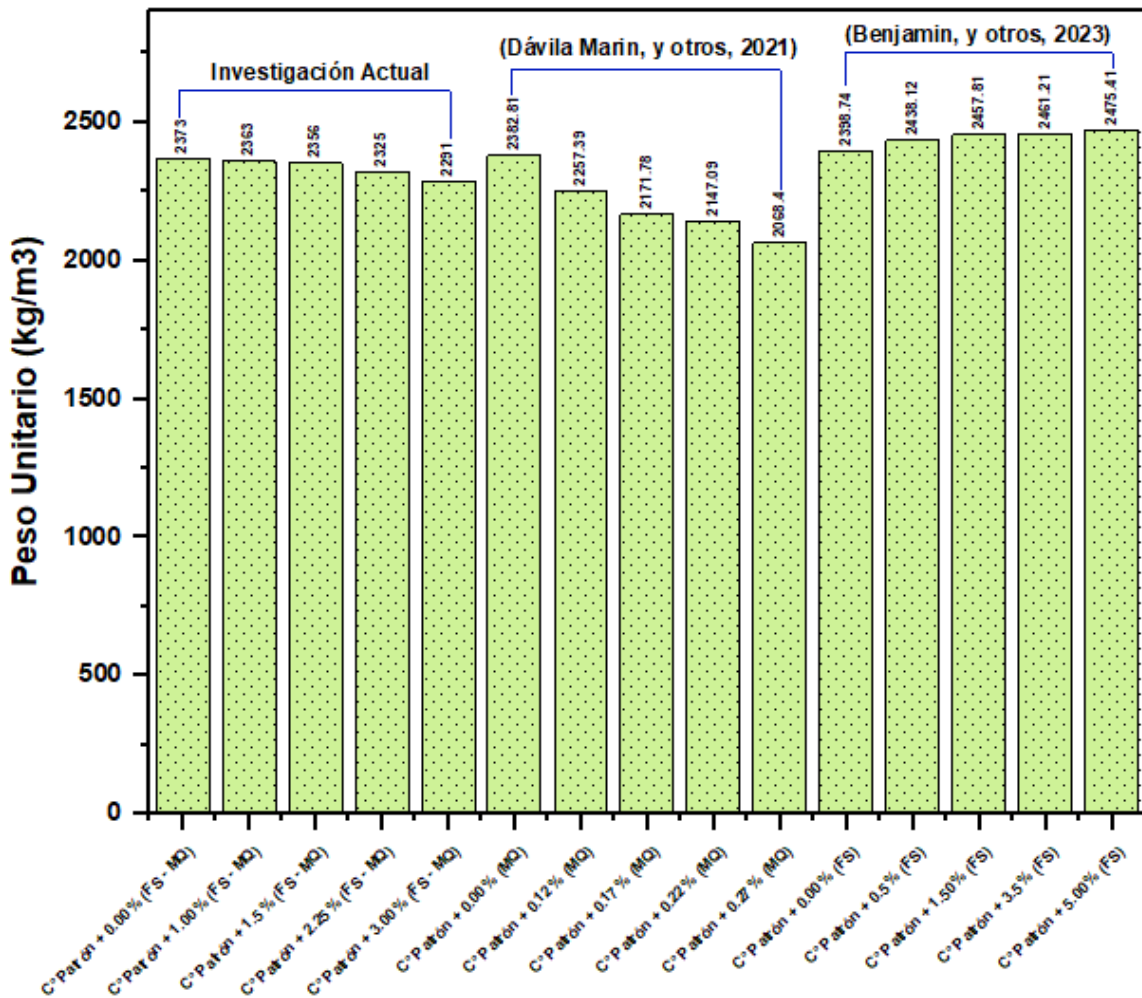


Figura 81. Influencia de Pesos Unitarios de diferentes investigaciones

Fuente: Desarrollado por el Tesista

En el estudio de la investigación actual, el concreto con fibra sisal y material de mascarilla quirúrgica (FS - MQ) muestra una tendencia decreciente en peso unitario a medida que aumenta la proporción de aditivos. Comenzando con valor de 2373.00 kg/m³ para el patrón, la inclusión de 1.00% FS - MQ disminuye ligeramente el peso a 2363.00 kg/m³, y esta tendencia continúa con una disminución progresiva, llegando a 2291.00 kg/m³ con 3.00% FS - MQ, lo que representa una reducción total del 3.46%. En contraposición, (Dávila Marin, y otros, 2021) ven un descenso más pronunciado en el peso unitario con la adición de MQ. Inician con 2382.81 kg/m³ y al añadir 0.27% MQ el peso disminuye a 2068.4 kg/m³, marcando una considerable disminución del 13.19%. Por otro lado, (Benjamin, y otros, 2023)

encuentran un patrón ascendente al incorporar FS en el concreto. Su peso unitario base es de 2398.74 kg/m³, y con un incremento de FS hasta el 5.00%, el peso unitario aumenta a 2475.41 kg/m³, un incremento del 3.20%. Estas diferencias sugieren que el tipo de aditivo y su cantidad tienen efectos distintos en la densidad del concreto. Mientras que el FS parece aumentar el peso unitario, posiblemente debido a su menor densidad en comparación con los componentes tradicionales del concreto, el MQ parece tener el efecto contrario, lo que podría estar relacionado con su estructura o la forma en que interactúa con la matriz de cemento y la manera en cómo realizan el autor el procedimiento varillado y los golpes esto influye también en el peso de cada muestra para las investigaciones

Contenido de Aire

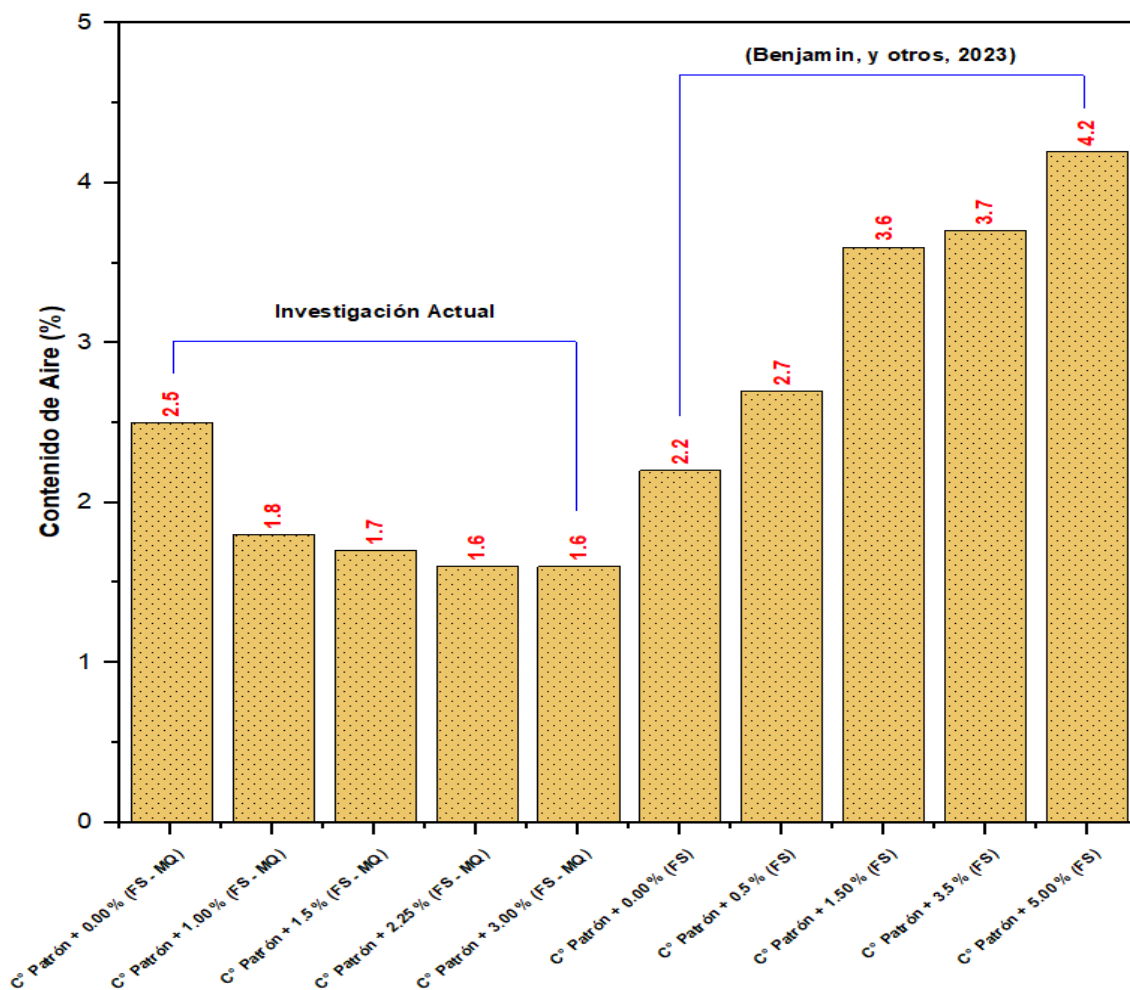


Figura 82. Influencia de Contenido de Aire de diferentes autores

Fuente: Desarrollado por el Tesista

En la investigación de la presente tesis, se observa una disminución sistemática en el contenido de aire al añadir FS - MQ al concreto, comenzando en un 2.50% y disminuyendo a 1.60% con la adición de 3.00% FS - MQ, siguiendo una reducción del 36.00%. Esta disminución pudo evidenciar que no cumplía con los márgenes según el ACI 211, que se estableció para un contenido de aire del 2.5% para agregados de tamaño 1/2", con el propósito de mejorar la durabilidad del concreto, trabajabilidad y su resistencia. La investigación de (Benjamin, y otros, 2023) indica un aumento con la inclusión de FS, comenzando con un 2.20% y subiendo a 4.20% con 5.00% FS, un aumento considerable del 90.91% que supera el contenido de aire típico recomendado por ACI 211 para concretos expuestos a ambientes desfavorables. La diferencia notable entre ambos estudios en cuanto al contenido de aire refleja cómo la selección y dosificación de aditivos pueden ser cruciales para cumplir con los estándares de diseño de mezclas y obtener las propiedades deseadas en el concreto terminado.

OE 2: Determinar cómo influye la adición de fibras de Sisal y mascarilla en las propiedades mecánicas del pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla, en el año 2023.

Resistencia a Compresión

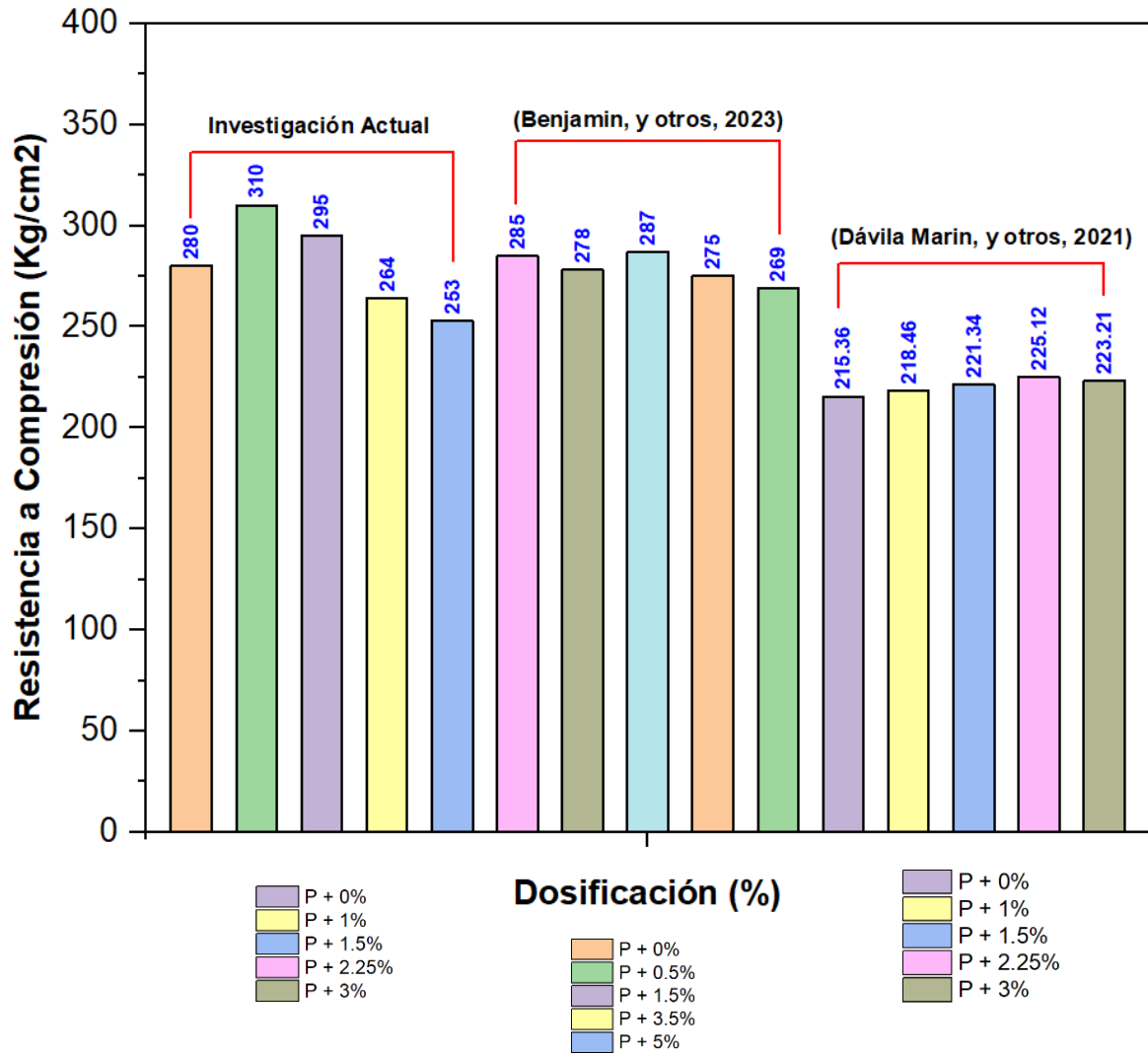


Figura 83. Influencia de resistencia a compresión de distintas investigaciones

Fuente: Desarrollado por el Tesista

En la Figura 81, En la investigación actual, los valores a los 28 días muestran un incremento significativo con la adición de 1.00% FS - MQ, resultando en un aumento del 10.71% con respecto al patrón (280 kg/cm²). Sin embargo, dosificaciones mayores de FS - MQ indican una tendencia a la disminución, con -5.71% para 2.25% y -9.64% para 3.00%, sugiriendo un punto óptimo en la adición de material reciclado. Comparativamente, (Benjamin, y otros, 2023), usando fibra de sisal (FS), experimentaron ligeras disminuciones en el ensayo con la mayor pérdida de -4.21% a una dosificación de 3.5% FS y una disminución menos pronunciada de -2.11% a una dosificación de 5.00% FS, sugiriendo que las fibras de sisal tienen un impacto menos severo con las fibras de mascarilla quirúrgica (MQ). (Dávila Marin, y otros, 2021) presentan resultados utilizando mascarilla quirúrgica (MQ) con aumentos marginales con el mayor aumento de 4.53% a una dosificación de 0.22% MQ y un incremento más modesto de 3.65% a una dosificación de 0.27% MQ, indicando que pequeñas cantidades de MQ pueden mejorar ligeramente su resistencia.

Los resultados entre los estudios varían, con la investigación actual mostrando un claro incremento en resistencia seguido de una disminución que al agregar más del material reciclado, mientras que los otros autores evidencian una relación menos directa o incluso incrementos marginales en la resistencia. Esto resalta cómo distintos tipos de adiciones recicladas y sus cantidades pueden afectar de manera diversa las propiedades mecánicas del concreto. Sin embargo, es vital considerar que esta tendencia no es uniforme entre los autores, y cada uno muestra variaciones propias en sus resultados. Esto debido a que cada autor tomó diferentes longitudes de fibra sisal entre longitudes 1.5 a 5 cm ocasionando que el hormigón no puede ser homogéneo debido a una mezcla y entrelazamiento inadecuados de las fibras causando resistencias bajas

Resistencia a Tracción

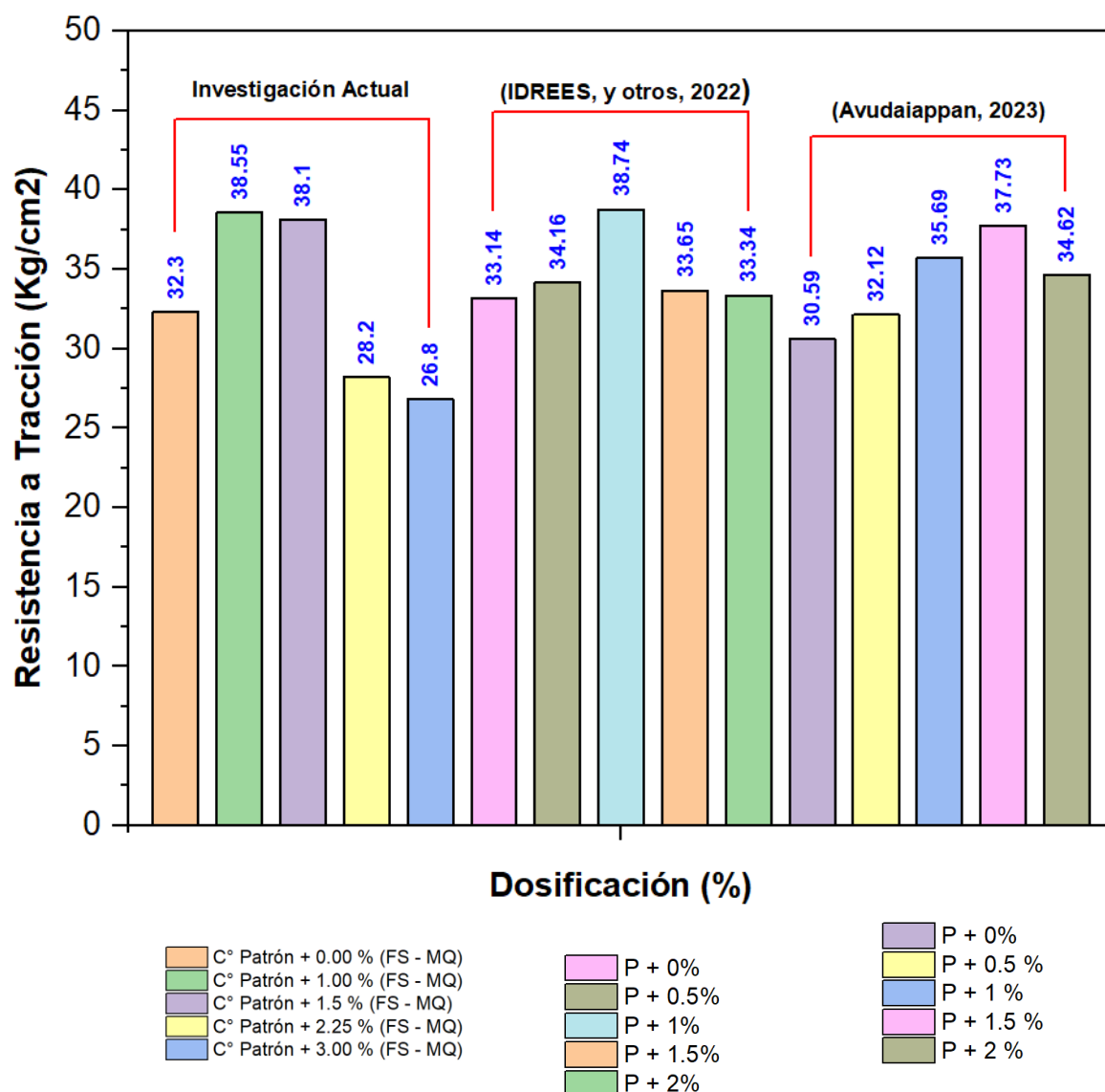


Figura 84. Influencia de resistencia a tracción de distintas investigaciones

Fuente: Desarrollado por el Tesista

En la Figura 82, la investigación actual evidencia, los valores a los 28 días con FS - MQ muestra una mejora con la primera dosificación de 1.00%, aumentando un 19.35%. Sin embargo, incrementos adicionales en la dosificación de FS - MQ disminuyen la resistencia: un 17.96% de incremento con 1.5% FS - MQ, seguido por una disminución del 12.69% con 2.25% FS - MQ y una disminución más pronunciada del 17.03% con 3.00% FS - MQ. (IDREES, y otros, 2022), usando solo MQ, encuentra un aumento de resistencia en todas las dosificaciones, pero con un

patrón menos predecible: un aumento del 3.08% para 0.5% MQ, 16.90% para 1.50% MQ, seguido por un incremento más modesto de 1.54% para 3.5% MQ y solo 0.60% para 5.00% MQ. (Avudaiappan, 2023), evidencia de manera similar una tendencia a subir con la fibra MQ: sin cambio significativo con 0.5% MQ, pero un aumento notable del 16.67% con 1.00% MQ, 23.34% con 1.50% MQ y aun manteniendo un incremento del 13.17% con 2.00% MQ.

Estas observaciones indican que mientras la adición de FS - MQ y MQ puede mejorar la resistencia a la tracción del concreto, la relación no es lineal y depende de las variaciones específicas presentadas por cada autor, sugiriendo que otros factores, posiblemente relacionados con el método de preparación ya que cada autor tomo longitudes 1.5 mm a 5 mm. La investigación actual refleja que existe un punto óptimo de adición antes de que la resistencia comience a disminuir, mientras que los resultados de (Avudaiappan, 2023; IDREES, y otros, 2022) sugieren que la adición de MQ puede ser más tolerante, permitiendo mayores incrementos en la resistencia con dosificaciones crecientes. Lo que implicaría que el concreto con fibra añadida puede tener una mejor capacidad de tracción y, por tanto, una mejor resistencia al agrietamiento que el hormigón ordinario. Sin embargo, es esencial destacar las variaciones específicas presentadas por cada autor, sugiriendo que otros factores, posiblemente relacionados con el método de preparación ya que cada autor tomo longitudes 1.5 mm a 5 mm

Resistencia a Flexión

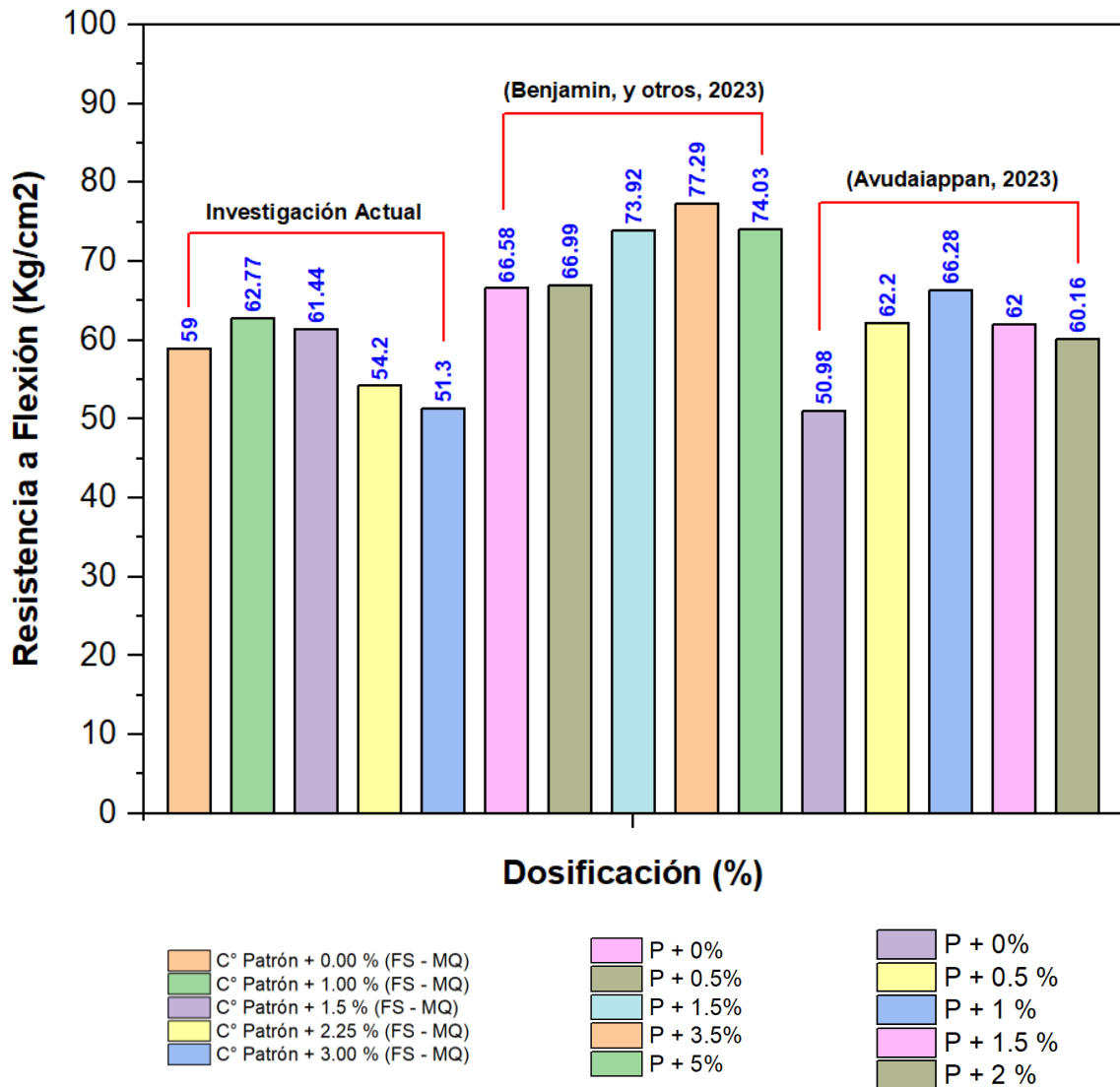


Figura 85. Influencia de resistencia a flexión de distintas investigaciones

Fuente: Desarrollado por el Tesista

En la Figura 83, en la investigación actual revela que la adición de FS - MQ (fibra sisal y material de mascarilla quirúrgica) al concreto tiene un impacto mixto en la resistencia a la flexión a los 28 días. Mientras que una dosificación del 1.00% de FS - MQ incrementa la resistencia a 62.77 kg/cm², aumentos posteriores resultan en disminuciones: 61.44 MPa con 1.5% FS - MQ, 54.20 MPa con 2.25% FS - MQ, y 51.30 MPa con 3.00% FS - MQ. En contraste, el estudio de (Benjamin, y otros, 2023) muestra un aumento sostenido en la resistencia con el uso de FS, alcanzando 77.29 kg/cm² con 3.5% FS y descendiendo levemente a 74.03 kg/cm² con 5.00% FS. (Avudaiappan, 2023) con el uso de MQ, también registra

incrementos, llegando a 66.28 kg/cm² con 1.00% MQ y después una reducción a 60.16 kg/cm² con 2.00% MQ. Estos estudios contrastan con los de la investigación actual, donde se aprecia que incrementos mayores de FS - MQ disminuyen. La variabilidad de los datos puede deberse a la naturaleza y las proporciones de los aditivos reciclados, sugiriendo que mientras algunos aditivos pueden mejorar la resistencia hasta cierto punto, otros pueden tener un límite en el beneficio que proporcionan antes de que comiencen a afectar negativamente las propiedades del concreto. Estos contrastes en los resultados resaltan cómo las propiedades de diferentes aditivos reciclados pueden afectar de manera diversa a los resultados obtenidos. Mientras que en el estudio realizado se identifica un umbral a partir del cual se deteriora la resistencia con FS - MQ, (Benjamin, y otros, 2023) encuentran una mejora constante con FS y (Avudaiappan, 2023) ven resultados favorables con pequeñas adiciones de MQ. Este análisis sugiere que el tipo y la cantidad de aditivo reciclado deben ser cuidadosamente seleccionados para optimizar dichos ensayos, enfatizando la importancia de la compatibilidad entre los aditivos y la matriz de cemento, además del método de preparación ya que cada autor tomó longitudes 1.5 mm a 5 mm

OE 3: Determinar la influencia de la dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarilla influye en las propiedades físicas y mecánicas del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla - 2023.

PROPIEDADES FÍSICAS

Asentamiento del Concreto

Tabla 50. Resultados Finales del Asentamiento según la investigación

MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO POR EL MÉTODO DEL CONO DE ABRAMS						
	Dosificación	Asentamiento		% Disminuye	Consistencia	Trabajabilidad
		in	cm			
Investigación actual	C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	4 1/2	11.5	0.00	Plástica	Trabajable
	C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	4 1/3	11.0	-4.35	Plástica	Trabajable
	C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	4 1/7	10.5	-8.69	Plástica	Trabajable
	C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	3 3/4	9.5	-17.39	Plástica	Trabajable
	C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	3 1/2	9.0	-21.74	Plástica	Trabajable

Fuente: Desarrollado por el Tesista

En la investigación se midió el asentamiento del concreto con diferentes porcentajes de fibra de sisal (FS) y material de mascarillas quirúrgicas (MQ). La muestra patrón, sin adición, mostró un asentamiento de 4 1/2 pulgadas (11.5 cm), considerado como consistencia plástica y calificado como trabajable. Al añadir un 1.00% de FS-MQ, el asentamiento disminuyó ligeramente a 4 1/3 pulgadas (11.0 cm), representando una disminución del 4.35%. Con incrementos sucesivos de FS-MQ, el asentamiento continuó disminuyendo: 8.69% menos con 1.5% FS-MQ, 17.39% menos con 2.25% FS-MQ, y 21.74% menos con 3.00% FS-MQ, indicando una disminución progresiva de la trabajabilidad. Estos resultados siguen la tendencia que se espera según la Tabla 6, donde la consistencia plástica se asocia con un concreto trabajable, aunque al aumentar la proporción de FS-MQ, el concreto se vuelve menos trabajable, manteniendo la consistencia plástica dentro de los límites del asentamiento descrito. Esto podría requerir métodos de compactación más enérgicos para asegurar que el concreto llene adecuadamente los encofrados y envuelva el refuerzo sin dejar vacíos o bolsas de aire, lo que es crucial para mantener la integridad estructural y la durabilidad del concreto endurecido

Peso Unitario

Tabla 51. Resultados Finales del Peso Unitario según la investigación

	Identificación	Peso Unitario (kg/m ³)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
Investigación actual	C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	2373.00	0
	C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	2363.00	-0.42
	C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	2356.00	-0.72
	C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	2325.00	-2.02
	C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	2291.00	-3.46

Fuente: Desarrollado por el Tesista

En la investigación actual, se observa que el peso unitario del concreto disminuye al añadir FS (fibra sisal) y MQ (mascarillas quirúrgicas), empezando de un peso unitario de 2373.00 kg/m³ y disminuyendo hasta 2291.00 kg/m³ con la mayor dosificación de 3.00% FS - MQ. Esta reducción del peso unitario podría influir favorablemente en la losa de concreto, ya que un concreto más liviano puede reducir las cargas transmitidas a la subestructura, potencialmente prolongando la vida útil del pavimento. Sin embargo, para un pavimento rígido, que normalmente requiere un concreto de alta resistencia y durabilidad, es crucial asegurar que la disminución en el peso no comprometa estas propiedades. Siguiendo los parámetros de la Tabla 7, todos los concretos de la investigación actual se clasifican como concreto convencional y serían adecuados para la construcción tradicional, incluyendo pavimentos rígidos, siempre y cuando se mantengan dentro del rango especificado.

Contenido de Aire

Tabla 52. Resultados Finales del Contenido de Aire según la investigación

	Identificación	Contenido de aire (%)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
Investigación actual	C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	2.50	0
	C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	1.80	-28.00
	C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	1.70	-32.00
	C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	1.60	-36.00
	C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	1.60	-36.00

Fuente: Desarrollado por el Tesista

La serie de resultados muestra una disminución en el contenido de aire al añadir FS (fibra sisal) y MQ (mascarillas quirúrgicas), partiendo de un 2.50% en la mezcla patrón hasta llegar a un 1.60% en la mezcla con 3.00% FS - MQ. Según la Tabla para diseño según del ACI 211.1, con AG con TMN de 1/2" que se tomó para nuestro diseño de mezcla, debería ser del 2.5%. Las disminuciones observadas podrían comprometer la resistencia a factores externos al concreto, un factor crítico para pavimentos rígidos, especialmente en zonas como nuestro caso de estudio que se encuentra cerca al mar puede experimentar estas estas condiciones. Por lo tanto, para mantener la durabilidad y la longevidad del pavimento rígido, sería esencial ajustar la mezcla para alcanzar el contenido de aire recomendado.

PROPIEDADES MECÁNICAS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tabla 53. Resultados Finales de la Resistencia a la Compresión según la investigación

Identificación	Resistencia Promedio (7 días)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	211	0
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	235	11.37
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	220	4.27
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	193	-8.53
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	181	-14.22

Identificación	Resistencia Promedio (14 días)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	239	0
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	276	15.48
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	254	6.28
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	221	-7.53
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	207	-13.39

Identificación	Resistencia Promedio (28 días)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	280	0
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	310	10.71
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	295	5.36
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	264	-5.71
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	253	-9.64

Fuente: Elaboración Propia

Se evidencian los resultados para pavimentos rígidos, según las tablas presentadas, muestran que la adición de FS (fibra sisal) y MQ (mascarillas quirúrgicas) tiene un impacto variado a lo largo del tiempo. Inicialmente, a los 7 días, se observa un aumento de resistencia con 1.00% FS-MQ, no obstante, cuanto mayor sea el porcentaje de adición, menor será la resistencia, siendo más notable a los 28 días con una disminución del 9.64% para 3.00% FS-MQ. Estas variaciones

son importantes al considerar la durabilidad y capacidad de carga a largo plazo de un pavimento rígido, especialmente dado que la resistencia a la compresión es un indicador clave de la capacidad del pavimento para soportar cargas de tráfico y condiciones ambientales. Siguiendo el procedimiento del ASTM C39, es fundamental ajustar las proporciones de la mezcla para optimizar un buen resultado y un tiempo de vida bueno.

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Tabla 54. Resultados Finales de la Resistencia a la Tracción según la investigación

Identificación	Resistencia Promedio (7 días)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	21.30	0
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	22.51	5.68
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	21.94	3.00
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	17.10	-19.72
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	14.00	-34.27

Identificación	Resistencia Promedio (14 días)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	25.70	0
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	26.98	4.98
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	26.85	4.47
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	22.20	-13.62
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	19.00	-26.07

Identificación	Resistencia Promedio (28 días)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	32.30	0
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	38.55	19.35
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	38.10	17.96
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	28.20	-12.69
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	26.80	-17.03

Fuente: Elaboración Propia

Los datos presentados sugieren una relación entre la adición de fibra sisal y material de mascarilla quirúrgica (FS - MQ) en el contexto de pavimentos rígidos. Inicialmente, a los 7 días, la adición de 1.00% FS - MQ mejora la resistencia en un 5.68%. Sin embargo, cuanto mayor sea el porcentaje de FS - MQ, se observa una disminución significativa, siendo más notable a los 28 días con un decremento del 17.03% para 3.00% FS - MQ. Estas fluctuaciones en la resistencia a la tracción afectarían directamente la capacidad del pavimento rígido para resistir tensiones y podrían influir en la formación de fisuras y en la longevidad del pavimento. Siguiendo el procedimiento del ASTM C39 para ensayos de resistencia, es clave equilibrar las proporciones de los componentes para mantener la integridad estructural del pavimento a lo largo del tiempo.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Tabla 55. Resultados Finales de la Resistencia a la Flexión según la investigación

Identificación	Resistencia Promedio (7 días)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	40.00	0
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	42.00	5.00
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	40.93	2.33
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	35.30	-11.75
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	32.20	-19.50

Identificación	Resistencia Promedio (14 días)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	45.90	0
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	46.77	1.90
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	46.24	0.74
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	41.30	-10.02
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	38.10	-16.99

Identificación	Resistencia Promedio (28 días)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	59.00	0
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	62.77	6.39
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	61.44	4.14
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	54.20	-8.14
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	51.30	-13.05

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Los resultados muestran cómo la adición de fibra sisal y material de mascarilla quirúrgica (FS - MQ) afecta al ensayo, una propiedad crucial para pavimentos rígidos que deben soportar cargas de tráfico y estrés térmico. A los 7 días, hay un leve aumento de resistencia con 1.00% FS - MQ, pero a los 28 días, las adiciones más altas de FS - MQ resultan en descensos notables, con una disminución del 13.05% para 3.00% FS - MQ. Este patrón de disminución podría comprometer la integridad estructural y la vida útil del pavimento, destacando la importancia de seguir procedimientos estandarizados como el ASTM C78 para asegurar la durabilidad del pavimento.

OE 4: Determinar la influencia de la dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarilla en el diseño del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla - 2023.

EE		5 000.001-7 500.000	7 500.001-10 000.000	10 000.001-12 500.000	12 500.001-15 000.000	15 000.001-20 000.000	20 000.001-25 000.000	25 000.001-30 000.000
CBR %	M _R	TP8	TP9	TP10	TP11	TP12	TP13	TP14
CBR < 6%	≤ 185 PCI (52 MPa/m)	23 cm 15 cm (*)	24 cm 15 cm (*)	26 cm 15 cm (*)	27 cm 15 cm (*)	27 cm 15 cm (*)	29 cm 15 cm (*)	30 cm 15 cm (*)
≥ 6% CBR < 10%	> 185 PCI (52 MPa/m) ≤ 223 PCI (63 MPa/m)	23 cm 15 cm	24 cm 15 cm	26 cm 15 cm	27 cm 15 cm	27 cm 15 cm	29 cm 15 cm	30 cm 15 cm
≥ 10% CBR < 20%	> 223 PCI (63 MPa/m) ≤ 279 PCI (79 MPa/m)	23 cm 15 cm	24 cm 15 cm	26 cm 15 cm	26 cm 15 cm	27 cm 15 cm	29 cm 15 cm	30 cm 15 cm
≥ 20% CBR < 30%	> 279 PCI (79 MPa/m) ≤ 373 PCI (105 MPa/m)	23 cm 15 cm	24 cm 15 cm	25 cm 15 cm	26 cm 15 cm	26 cm 15 cm	29 cm 15 cm	29 cm 15 cm




Figura 86. Estructura de pavimento recomendada para la tipología empleada

Fuente: (MTC, 2014, pág. 243)

Con base en la información proporcionada por el (MTC, 2014, pág. 243), se establece que, para un período de diseño de 20 años y un pavimento rígido con pasadores $j=2.8$ - parámetros que fueron asumidos para nuestro diseño - se recomienda un espesor de losa de concreto de 27 cm. Sin embargo, al incorporar fibras de sisal y residuos de mascarilla en nuestro estudio en una proporción de 1% (0.25% Fibra Sisal y 0.75% de Mascarilla Quirúrgica) y obteniendo una $F'c= 310$ kg/cm², se evidencia que, supera los valores que superen de 300 kg/cm² estipulada por el manual, además, cumple con el módulo de rotura que llego a 62.77 kg/cm² logramos reducir el espesor a 23 cm. Esta disminución en el espesor, de 4 cm, puede resultar significativamente ventajosa en términos de costos y recursos para proyectos de gran magnitud, ofreciendo una alternativa más eficiente sin comprometer la calidad y durabilidad del pavimento.

VI. CONCLUSIONES

1. En cuanto al comportamiento físico del concreto se tiene lo siguiente:

Asentamiento del concreto: La muestra patrón registró un asentamiento de 11.5 cm. Al adicionar fibras de Sisal y Mascarilla Quirúrgicas en concentraciones de 1.00%, 1.50%, 2.25%, y 3.00%, se obtuvieron asentamientos de 11 cm, 10.5 cm, 9.5 cm y 9 cm respectivamente. Solo las concentraciones de 1.00% y 1.50% cumplen con el rango de asentamiento recomendado de 4" a 6" según el Comité ACI 211.1.

Peso unitario y rendimiento: La muestra patrón mostró un peso de 2373 kg/m³. Con la incorporación de fibras de Sisal y Mascarilla Quirúrgicas en las dosificaciones antes mencionadas, se observaron pesos de 2363 kg/m³, 2356 kg/m³, 2325 kg/m³ y 2291 kg/m³. El peso teórico estándar es de 2400 kg/m³. Estas mediciones indican que todas las mezclas cumplen con las especificaciones de diseño y mayor porcentaje reduce ligeramente la densidad de la mezcla.

Contenido de aire: El concreto patrón tenía un 2.5%. Al añadir fibras en las dosificaciones de 1.00% (1.8%), 1.25% (1.7%), 2.25% (1.6%), y 3.00%, (1.6%) respectivamente, evidenciando que todas las mezclas no cumplen con las especificaciones de diseño en cuanto al contenido de aire.

2. De las propiedades mecánicas del concreto se tiene:

En lo que se refiere a los resultados obtenidos para la resistencia a la compresión del concreto patrón, estos se establecieron en 280 kg/cm². Al incorporar fibras de Sisal y Mascarilla Quirúrgicas en proporciones del 1.00%, 1.25%, 2.25% y 3.00%, fueron de 310 kg/cm², 295 kg/cm², 264 kg/cm² y 253 kg/cm² respectivamente. Esto implica un aumento en las dos primeras adiciones en 10.71% y 5.36% respectivamente y una disminución en la resistencia en las restantes del 5.71% y 9.64% para cada dosificación consecutivamente. Se observa que la fibra impacta de manera ligeramente positiva, se observó un incremento en la resistencia con el aumento en las dosificaciones, alcanzando un óptimo rendimiento en la dosificación de 1.00%, donde la resistencia llegó a 310 kg/cm², lo cual equivale a un aumento

mínimo del 10.71%. Sin embargo, se notó una disminución significativa en la resistencia cuando la dosificación aumentó al 3.00%..

En lo que concierne a la resistencia a la tracción, el concreto patrón presentó un valor de 32.30 kg/cm². Al añadir fibras de Sisal y Mascarilla Quirúrgicas en las dosificaciones previamente mencionadas, se obtuvieron resistencias de 38.55 kg/cm², 38.10 kg/cm², 28.20 kg/cm² y 26.80 kg/cm² respectivamente. En este caso, la fibra también tiene un efecto positivo, siendo la dosificación del 1.00% la que presenta el mayor porcentaje de resistencia con un 19.35%, mientras que la dosificación del 3.00% es la que muestra la mayor reducción. En cuanto a la resistencia a la flexión, el concreto patrón registró un valor de 59 kg/cm². Con la adición de fibras de Sisal y Mascarilla Quirúrgicas en las cuatro dosificaciones mencionadas, se observaron resistencias de 62.77 kg/cm², 61.44 kg/cm², 54.2 kg/cm² y 51.3 kg/cm² respectivamente. Al igual que en los casos anteriores, la fibra afecta positivamente la resistencia, pero su mejor rendimiento se observa en la dosificación del 1.00%, con el valor de 62.77 kg/cm², muy cercana a la del concreto patrón. Es importante destacar que, a pesar de esta disminución, cumple con los parámetros establecidos para el diseño de pavimentos rígidos.

3. De la influencia de la dosificación de la fibra en las propiedades del concreto se tiene:

Se ha llegado que al adicionar fibras de Sisal y Mascarilla Quirúrgicas en el concreto ejerce una influencia ligeramente positiva sobre sus propiedades. Se ha observado que el concreto alcanza su óptimo desempeño, superando a los valores de la mezcla patrón, cuando la dosificación de estas fibras es del 1.00%, registrándose un valor de 310 kg/cm² y experimentando un aumento del 10.71% en la resistencia a la compresión. En términos de resistencia a la tracción, se ha identificado un patrón similar, alcanzando el concreto su mejor rendimiento también en la dosificación del 1.00%, con una resistencia de 38.55 kg/cm² con un aumento perceptible del 19.35%. De la misma manera, la resistencia a la flexión presenta su valor más destacado en la dosificación del 1.00%, alcanzando los 62.77 kg/cm², lo que implica un aumento del 6.39% en comparación con el concreto patrón. Se

deduce, por tanto, que los resultados más favorables se obtienen con una dosificación del 1.00%, correspondiente a una composición de 0.25% de Fibra de Sisal y 0.75% de Mascarilla Quirúrgica. Cabe señalar que, al incrementar la dosificación hasta el 3%, se registran valores inferiores en términos de resistencia, confirmando así la tendencia observada.

4. De la influencia de la dosificación de la fibra en las propiedades del concreto se tiene:

Conforme a los lineamientos estipulados por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones en el año 2014 (página 243), se especifica que para un pavimento rígido equipado con pasadores y considerando un periodo de diseño de 20 años, condiciones que hemos adoptado para nuestro diseño, se sugiere un grosor para la losa de concreto de 27 cm. No obstante, en nuestro estudio, hemos integrado fibras de sisal y residuos de mascarilla quirúrgica en una proporción del 1% (desglosado en 0.25% de fibra de sisal y 0.75% de mascarilla quirúrgica), lo que ha resultado un $f'c$ 310 kg/cm² (F'c). Lo cual cumple con la resistencia mínima de 300 kg/cm² recomendada por el manual, es relevante destacar que el material ha cumplido con el módulo de rotura, alcanzando los 58.1 kg/cm². Este cumplimiento nos ha permitido proponer una disminución en el espesor de la losa a 23 cm, lo cual implica una disminución de 4 cm. Esta reducción, aunque pueda parecer menor, tiene el potencial de traducirse en ventajas significativas en cuanto a ahorro de costos y optimización de recursos, especialmente en proyectos de gran envergadura. De este modo, se presenta una opción más eficiente desde el punto de vista económico, sin que ello implique sacrificar la calidad o la durabilidad del pavimento que se pretende construir

VII. RECOMENDACIONES

Dosificación óptima de fibras: Dado que las dosificaciones de 1.00% mostraron resistencias más cercanas a la mezcla patrón en compresión, tracción y flexión, se recomienda mantener esta proporción (0.25% de Fibra Sisal y 0.75% de Mascarilla Quirúrgica) para lograr un equilibrio entre resistencia y las características deseadas del concreto.

Monitorización del asentamiento: Es esencial controlar el asentamiento, especialmente si se planea incrementar la dosificación. Un asentamiento reducido podría dificultar los procesos de colocación y compactación del concreto.

Evaluación de contenido de aire: Sería beneficioso realizar más pruebas para determinar el contenido exacto de aire con diferentes dosificaciones de fibras, ya que un contenido de aire adecuado es crucial para la durabilidad y trabajabilidad del concreto.

Análisis adicional en condiciones reales: Realizar pruebas adicionales en condiciones de campo reales para evaluar el comportamiento del concreto con fibras en escenarios prácticos y no solo en condiciones de laboratorio.

Investigación sobre la distribución de fibras: Sería útil estudiar la distribución y orientación de las fibras en la mezcla, ya que esto podría influir en las propiedades del concreto.

Revisión del contenido de fibras: En caso de detectar problemas de trabajabilidad o segregación en el concreto, se debe reconsiderar la cantidad y tipo de fibras utilizadas.

Investigación adicional sobre fibras: Si bien las fibras de Sisal y Mascarilla Quirúrgicas mostraron impactos ligeramente negativos en ciertas propiedades, sería útil investigar otras fibras o combinaciones para mejorar las características deseadas del concreto.

REFERENCIAS

- AAL, Ahmed Abd El, y otros. 2023.** *Smart waste management perspective of COVID-19 healthy personal protective materials in concrete for decorative landscape pavements and artificial rocks.* Saudi Arabia : Scientific Reports, 2023.
- ABANTO, Flavio Castillo. 2009,.** Concreto, definicion. [aut. libro] Flavio Castillo Abanto. *Tecnología del concreto.* Lima : San Marcos, 2009,, págs. 11-13.
- Abirami, R. y Sangeetha, S. P. 2022.** *Effect of Surface Modification on the Characteristics of Sisal Fiber Reinforced Concrete Treated with Na₂CO₃.* s.l. : Nature Environment & Pollution Technology, 2022.
- ACI 544.1R-96. 2002,.** *El concreto fibroreforzado es concreto hecho con cemento hidráulico, agregado, agua y fibras discretas.* Estados Unidos : American Concrete Institute, 2002,.
- ACOSTA, Calderon Samantha, y otros. 2022,.** *Comparative Evaluation of Sisal and Polypropylene Fiber Reinforced Concrete Properties.* Ecuador : Fibers, 2022,.
- Arias, Fidias G. 2012.** *El proyecto de investigación introduccion a la.* Caracas : El Pasillo, 2012.
- ARROYO, Buezo Carmen. 2003,.** *Fibras minerales artificiales y otras fibras diferentes del amianto (I): toxicología y clasificación.* España : Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 2003,., págs. 1-6.
- Avudaiappan, Siva, Patricio Cendoya, Krishna Prakash Arunachalam, Nelson Maureira-Carsalade, Cristian Canales, Mugahed Amran, and Pablo F. Parra. 2023.** *Innovative Use of Single-Use Face Mask Fibers for the Production of a Sustainable Cement Mortar.* s.l. : Journal of Composites Science, 2023. pág. 214.
- BANTHIA, N. y Sappakittipakorn, M. 2007.** *Toughness enhancement in steel fiber reinforced concrete through fiber hybridization.* s.l. : Cement and Concrete Research, 2007.
- BANTHIA, Nemkumar y Gupta, Rishi. 2006.** *Influence of polypropylene fiber geometry on plastic shrinkage cracking in concrete.* s.l. : Cement and Concrete Research, 2006.
- BEHAR, R. 2008,.** *La investigación aplicada. En: Metodología de la Investigación.* México : McGraw Hill, 2008,.

- Benjamin, Jimenez Carranza Kevin y Gabriel, Vásquez Cubas Jhan. 2023.** *Evaluación De Las Propiedades Mecánicas Del Concreto Añadiendo Fibras Sisal y Vidrio Triturado.* Pimentel : Universidad Señor de Sipán, 2023.
- BHARATHI, S Vidya, Vinodhkumar, S y Saravanan, M.M. 2021.** *Strength characteristics of banana and sisal fiber reinforced composites.* s.l. : IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2021.
- Bledzki, A. K. y Gassan, J. 1999.** *Composites reinforced with cellulose based fibres.* s.l. : Progress in Polymer Science, 1999.
- CALO, D, SOUZA, E. y MARCOLINI, E. 2015,.** *Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón.* Argentina : Cemento Portland Argentino (ICPA), 2015,.
- CAMACHO, Pampamallco Andre Junior y Espinoza Ingaruca, Mauro Felix. 2022.** *Aplicación de la fibra de plástico reciclado para el mejoramiento óptimo de pavimento rígido, caso Av. Manuel E. Cordero y Av. Mariscal Castilla-Huancané-Puno.* Lima : Universidad Ricardo Palma, 2022.
- CAMACHO, Rafaela Bejarano, y otros. 2021.** *COVID-19: Recomendaciones y síntesis de evidencia ante una crisis sanitaria global.* s.l. : Enfermería Clínica, 2021.
- CECAPED PERÚ CAD. 2021,.** *Tipos de Cemento Portland.* Lima : Cecaped Instituto, 2021, . Infografía.
- CHINCHAY, Vasquez Pierina Jazmin y Guadalupe Condezo, Angel Jair. 2022.** *Análisis Comparativo entre la Fibra de Yute y Fibra de Sisal para mejorar las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto.* Lima : Universidad César Vallejo, 2022.
- COMITÉ ACI 211. 1987,.** *Diseño de Mezclas del Concreto.* Estados Unidos : American Concrete Insitute, 1987,.
- Creswell, J. W. 2014,.** *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches.* s.l. : SAGE Publications, 2014,.
- Dávila Marin, Ricardina y Vigo Gálvez, José Carlos Alberto. 2021.** *Utilización de fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales para evaluar las propiedades mecánicas del concreto 210 kg/cm² , Trujillo 2021.* Trujillo : Universidad César Vallejo, 2021. Tesis de Pregrado.
- Dhanabalan, L.S.K.V. y Joshi, M. 2014,.** *Furcraea - A unique fibre.* s.l. : Textile Trends, 2014,.

- ESPINOZA, Daniela Gonzalez. 2021.** *Pavimentos rígidos. Construcción, durabilidad y sostenibilidad.* Lima : Universidad de Lima, 2021.
- Filho, Romildo D. Toledo, y otros. 2005.** *Free, restrained and drying shrinkage of cement mortar composites reinforced with vegetable fibres.* s.l. : Cement and Concrete Composites, 2005.
- FU, Qiang, y otros. 2022.** *Flexural Behavior and Prediction Model of Basalt Fiber/Polypropylene Fiber-Reinforced Concrete.* s.l. : International Journal of Concrete Structures and Materials, 2022. ISSN 2234-1315 (Online).
- GNANASUNDAR, V. M. 2022.** *Mechanical Properties of Fiber Reinforced Concrete by using Sisal Fiber with M-Sand as Fine Aggregate.* s.l. : Materials Science, 2022.
- Guerra Romani, Joel Bruno. 2022.** *Utilización de Fibras de Polipropileno en Pavimentos Rígidos de Vías Urbanas.* HUANCAYO : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES, 2022.
- Guillermo, Loria Luis. 2019,.** *Pavimento Rígido.* Lima : Facebook, 2019,., Infografía.
- HUANG, Y. 2004,.** *Pavement analysis and design.* s.l. : Pearson/Prentice Hall, 2004,.
- HUSSAIN, Iqrar, y otros. 2020.** *Comparison of mechanical properties of concrete and design thickness of pavement with different types of fiber-reinforcements (steel, glass, and polypropylene).* s.l. : Case Studies in Construction Materials, 2020. ISSN 2214-5095.
- Idrees M, Akbar A, Mohamed AM, Fathi D, Saeed F. 2022.** *Recycling of Waste Facial Masks as a Construction Material, a Step towards Sustainability.* s.l. : Materials, 2022. pág. 1810.
- IDREES, Maria, y otros. 2022.** *Recycling of Waste Facial Masks as a Construction Material, a Step towards Sustainability.* China : Materials, 2022.
- IMCYC. 2008,.** *Determinación de la resistencia a la flexión del concreto.* México : instituto mexicano del cemento y del concreto, 2008,.
- . 2008.** *Determinación de la resistencia a la flexión del concreto.* México : instituto mexicano del cemento y del concreto, 2008.
- JAMSHAD, Hafsa, y otros. 2022,.** *Natural Cellulosic Fiber Reinforced Concrete: Influence of Fiber Type and Loading Percentage on Mechanical and Water Absorption Performance.* Arabia Saudita : Materials, 2022,.

- JOHN, M. J. y Thomas, S. 2008.** *Biofibres and biocomposites*. s.l. : Carbohydrate Polymers, 2008.
- KHAN, Md Aatif Irshad. 2021.** *Strength Evaluation of Cement Concrete Pavement by Using Polypropylene and Polyester Fiber as Reinforced Material*. s.l. : Materials Science, Engineering, 2021.
- Linares, Andrés Saúl Calderon y Cerón, Maria Jeimy Burbano. 2016.** *Efectos en la resistencia del hormigon simple elaborados con agua residual tratada proveniente de la ptar cañaveralejo*. s.l. : Ingeniería y Región , 2016.
- LITMAN, T. 2014,.** *Comprehensive Evaluation of Traffic Congestion Costs and Congestion Reduction Benefits*. Texas : Victoria Transport Policy Institute, 2014,.
- LUNA, Alejandro Meza-de, Gurbir, Kaur y Preciado-Martínez, Héctor Javier. 2021,.** *Desempeño a Flexión del Concreto Reforzado con Fibras Plásticas Recicladas*. México : Conciencia Tecnológica, 2021,.
- Machaca Caso, Yefer Paul. 2022.** *Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto $f'c=210kg/cm^2$ adicionando fibras de acero de neumáticos reciclados Juliaca - 2022*. Lima : Universidad César Vallejo, 2022. Tesis de Pregrado.
- MINAM. 2020, .** *En el Perú solo se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables*. Lima. Lima : s.n., 2020, .
- Mohanty, A. K., Misra, M. y Drzal, L. T. 2005.** *Natural fibers, biopolymers, and biocomposites*. s.l. : Journal of Natural Fibers, 2005.
- MTC. 2021,.** *existe la necesidad constante de mejorar la calidad de las carreteras para garantizar una movilidad segura y eficiente*. Lima : Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2021,.
- **. 2011,.** *Formato de conteo de vehiculos*. Lima : El Peruano, 2011,.
- **. 2014,.** *Manual de Carreteras (Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos)*. Lima : Lima, 2014,.
- **. 2018,.** *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018*. Lima : s.n., 2018,.
- Mwaikambo, Leonard Y. y Ansell, Martin P. 2002.** *Chemical modification of hemp, sisal, jute, and kapok fibers by alkalization*. s.l. : Journal of Applied Polymer Science, 2002. págs. 2222-2234. Vol. 84(12).
- NARAGANTI, Srinivasa Rao. 2021.** *Durability Study of Hybrid Fiber Reinforced Concrete*. s.l. : International Journal of Engineering and Technology Innovation, 2021.

NI, Daiheng. 2009., *Traffic Flow Theory: Characteristics, Experimental Methods, and Numerical Techniques*. s.l. : Transportation Research Record, 2009,.

NTP 339.046. 2008. *Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)* . Lima : INDECOPI, 2008.

NTP. 2006., *Limites Permisible para el agua de mezcla y curado*. Lima : El Peruano, 2006,., Informe Tecnico.

PASINO, Gianfranco Ottazzi. 2015., *Apuntes del curso: Concreto Armado I*. Lima : PUCP, 2015,., Tesis de Pregrado.

Pedro, López Roldán y Fachelli, Sandra. 2015. *METODOLOGÍA DE LA*. Barcelona : Universidad Autònoma de Barcelona, 2015.

Piñarreta Gutierrez, Ismael Humberto y Aleman Ynfante, Micaela. 2022. *Fibra de polipropileno para reducir el agrietamiento por contracción plástica del hormigón*. Lima : Universidad Ricardo Palma, 2022.

PRAKASH, R., Thenmozhi, R. y Raman, Sudharshan N. 2019. *Fibre reinforced concrete containing waste coconut shell aggregate, fly ash and polypropylene fibre*. Arabia Saudita : Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, 2019.

Resnik, D. B. 2015., *What is ethics in research & why is it important?* United States : National Institute of Environmental Health Sciences, 2015,.

RIVVA, LOPEZ ENRIQUE. 1992. *Diseño de Mezcla*. Lima : Universidad Nacional de Ingenieria, 1992.

ROESS, R., Prassas, E. y McShane, W. 2011., *Traffic Engineering*. Texas : Pearson, 2011,.

Ruben, Huaman Ticlla Oscar. 2023. *Caracterización mecánica del concreto adicionando fibras de sisal*. Pimentel : Universidad Señor de Sipán, 2023.

Saberian, Mohammad, y otros. 2021. *Repurposing of COVID-19 single-use face masks for pavements base/subbase*. s.l. : Science of The Total Environment, 2021.

SAMPIERI, Hernandez R y Mendoza, C. 2018., *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico DF : Mc Graw Hill Education, 2018,.

Sampieri, Hernández, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. 2010., *Metodología de la investigación*. México : McGraw-Hill, 2010,.

SENDRA, AIDA MARTÍN. 2020.,. *ESTUDIO COMPARATIVO DE FIBRAS NATURALES PARA REFORZAR HORMIGÓN*. Valencia : Universidad Politecnica de Valencia, 2020,.

—. **2020.** *ESTUDIO COMPARATIVO DE FIBRAS NATURALES PARA REFORZAR HORMIGÓN* . Valencia : Universidad Politecnica de Valencia, 2020.

SIKA. 2011.,. *Concreto reforzado con fibras*. Lima. 2011,. Sika Informaciones Técnicas. 0122-0594.

TOLEDO, FILHO y R. D., Ghavami, K., Sanjuán, M. A., & England, G. L. 2003. *Durability of compression moulded sisal fibre reinforced mortar laminates*. Brasil : Cement and Concrete Composites, 2003.

Tuckman, B. W. 1999. *Conducting Educational Research*. s.l. : Harcourt Brace, 1999.

UNACEM. 2023.,. *Ficha técnica Cemento Sol*. Lima : Cemento Sol, 2023,. Hoja de Datos.

VARGAS, Ortiz Guadalupe Brigitte y Yataco Barreda, Alvaro Gustavo. 2020. *Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos*. Limas : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA, 2020.

Wang, Li, y otros. 2023. *Experimental Investigation on Physical Properties of Concrete Containing Polypropylene Fiber and Water-Borne Epoxy for Pavement*. s.l. : Coatings, 2023.

ANEXOS

- Anexo 1: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:	INDEPENDIENTE:	Fibra de sisal y Fibra reciclada de polipropileno	Dosificación	(1%) [0.25% f. sisal - 0.75% mascarilla]	Ficha de recolección de datos obtenida de la balanza digital de medición	
¿Cómo influye la adición de fibra de sisal y mascarillas en las propiedades físico - mecánicas y en el diseño de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023	Evaluar cómo influye la adición de fibras de sisal y mascarillas en las propiedades físico - mecánicas y diseño en un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023	La adición de fibras de sisal y mascarillas influye positivamente en las propiedades físico - mecánicas y diseño de un pavimentos rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023				(1.5%) [0.5% f. sisal - 1% mascarilla]		
						(2.25%) [0.75% f. sisal - 1.5% mascarilla]		
						(3%) [1% f. sisal - 2% mascarilla]		
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicos:	DEPENDIENTE	Pavimento Rígido	Propiedades Físicas	Longitud de 30 mm Diámetro (μ) 18 -21 micro Densidad (1 -1.5) gr/cm3 Absorción de agua (8% y 12%) Módulo de rotura (2% y 120%)	Ficha de recolección de datos	
¿Cómo influye la adición de fibra de sisal y mascarillas en las propiedades físicas de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023?	Determinar cómo influye la adición de fibras sisal y mascarillas en las propiedades físicas de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023	La adición de fibras sisal y mascarillas influye en las propiedades físicas del pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023				Propiedades Físicas	Consistencia, Trabajabilidad y Asentamiento (cm)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Cono de Abrams según Norma ASTM C143
					Masa Unitaria (kg/cm3)		Ficha de recolección de datos del ensayo de Peso unitario según Norma ASTM C138M	
					Contenido de aire (%)		Ficha de recolección de datos del ensayo de Contenido de aire según Norma ASTM C231	
					Exudación (%)		Ficha de recolección de datos del ensayo de Exudación según Norma ASTM C232	
					Segregación		Ficha de recolección de datos del ensayo de Segregación según Norma ASTM C1610	
					Permeabilidad (lt/m2/min)		Ficha de recolección de datos del ensayo de Permeabilidad según Norma ASTM C1701	
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicos:			Propiedades Mecánicas		Resistencia a la Compresión (kg/cm2)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Compresión según Norma ASTM C39
¿La dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarilla influye en las propiedades físicas y mecánicas del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla - 2023.	Determinar la influencia de la dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarilla influye en las propiedades físicas y mecánicas del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla - 2023.	La dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarillas influye en las propiedades físicas y mecánicas del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla - 2023.					Resistencia a la Flexión (kg/cm2)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Flexión según Norma ASTM C78
						Resistencia a la Tracción (kg/cm2)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Tracción según Norma ASTM C496	
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicos:	Diseño	IMDA	AASHTO 93			
¿Cómo influye la adición de fibra Sisal y mascarilla en el diseño de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023?	Determinar la influencia de la dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarilla en el diseño del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla - 2023.	La adición de fibras de sisal y mascarillas en el diseño del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla - 2023.		CBR (%)	ASTM D-1883, MTC E 132			
				Efecto del Tráfico	Manual de Carreteras (MTC). Capítulo 14			
				Serviciabilidad (Δ PSI=3)				
				Módulo de Ruptura del Concreto (Mr)				
			Monograma de AASHTO (D=25 cm)					

Fuente: Elaboración Propia

• Anexo 2: Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Variable Independiente: Fibra de Sisal y Polipropileno	Las fibras de sisal y polipropileno son materiales de refuerzo que se utilizan en la construcción para aumentar la resistencia y durabilidad del concreto. La fibra de sisal es un producto natural derivado de la planta Agave sisalana, conocido por su resistencia a la tracción y su durabilidad. El polipropileno es una fibra sintética, resistente al impacto y a la flexión, que se utiliza para mejorar la resistencia a la tracción y la ductilidad del concreto (MTC, 2019).	En este estudio, las fibras de sisal y polipropileno se utilizarán en diferentes proporciones en la mezcla de concreto para el diseño del pavimento rígido. Se realizarán pruebas de resistencia y durabilidad para determinar el impacto de estas fibras en las propiedades del concreto.	Dosificación	(1%) [0.25% f. sisal - 0.75% mascarilla]	Razón	Tipo de Investigación: Aplicada. Nivel de Investigación: Explicativo Diseño de Investigación: Experimental Enfoque: Cuantitativo. Población: La longitud de la Avenida La Playa en Ventanilla, que será sujeta a la implementación del pavimento rígido con fibra de sisal y polipropileno. Muestra: Conjunto representativo de tramos de pavimentos rígidos en la Avenida La Playa Ventanilla que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión Muestreo: Los tramos de la Avenida La Playa en Ventanilla que formarán parte de la muestra Técnica: Experimentación directa. Instrumento de recolección de datos: - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio. - Software de análisis de datos. (Excel, SPSS) - Ensayos de Laboratorio
				(1.5%) [0.5% f. sisal - 1% mascarilla]		
				(2.25%) [0.75% f. sisal - 1.5% mascarilla]		
			(3%) [1% f. sisal - 2% mascarilla]			
Propiedades Físicas	Longitud de 30 mm Diámetro (μ) 18 -21 micro Densidad (1 -1.5) gr/cm3 Absorción de agua (8-12%) Módulo de rotura (2%-120%)					
Variable Dependiente: Diseño del Pavimento Rígido	El diseño del pavimento rígido, según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2019), se refiere a la planificación y especificación de las características físicas y estructurales del pavimento, incluyendo su composición, espesor, refuerzo y acabado, para cumplir con los requerimientos de resistencia y durabilidad.	En este estudio, el diseño del pavimento rígido se evaluará en función de su rendimiento una vez que se incorporen las fibras de sisal y polipropileno. Se realizarán pruebas de resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y flexibilidad para evaluar el rendimiento del diseño del pavimento.	Propiedades Físicas	Consistencia, Trabajabilidad y Asentamiento (cm)	Razón	
				Masa Unitaria (kg/cm3)		
				Contenido de aire (%)		
				Exudación (%)		
				Segregación		
			Permeabilidad (lt/m2/min)			
			Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Compresión (kg/cm2)		
				Resistencia a la Flexión (kg/cm2)		
				Resistencia a la Tracción (kg/cm2)		
			Diseño	IMDA		
CBR						
Efecto del Tráfico						
Serviciabilidad (Δ PSI=3)						
Módulo de Ruptura del Concreto (Mr)						
Monograma de AASHTO (D=25 cm)						

Fuente: Elaboración Propia

- ANEXO 03: Ubicación de la zona de estudio
 Título: Ubicación Google Earth Av. La Playa - Ventanilla
 Autores: Morales Cárdenas Abraham Alejandro



- Anexo 4: Ensayos – Control de Diseño de Mezclas

Propiedades físicas de los agregados



TÍTULO : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (8000-8009-4887-5293)
TEMA : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO
(ASTM C 127 / NTP 400.021)**

Materia: Piedra Chancada de 19"

MUESTRA N°		M - 1	M - 2
1			
2	Peso	2950.8	2960.8
3	Peso de la Muestra S.S.S.	3000.5	3000.4
4	Peso de la Muestra Sumergida Conastilla	1905.3	1902.8
5	VOLUMEN	1095.3	1097.0
6	Peso Especifico de la Muestra S.S.S.	2.74	2.73
7	Peso Especifico de la Muestra	2.69	2.69
8	Peso Seco después del horno	2874.3	2873.8
9	Peso Especifico de la Muestra	2.62	2.62
PROMEDIO		2.62	

MUESTRA PROVISTA POR EL SOLICITANTE



WH ASECON S.A.C.
 INGENIERIA Y CONSULTORIA EN LA CONSTRUCCION
 PASEO DE LA AMERICA 1000
 LIMA, PERU



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ

ESTUDIO DE TIENDAS - LABORATORIO DE SUELO

TESTA : ABRHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0900-0803-4507-8188)
TÍTULO : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIRMA DE SISAL Y REJESADO DE MASCARELLA EN LA Av. LA PLATA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLATA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO (ASTM C 29 / NTP 400.017)

Material : Arena Gruesa

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	gr	9182	9101	9098
2	Peso del Molde	gr	5950	5860	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	3212	3251	3248
4	Volumen del Molde	cc	2060	2080	2060
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	gr/cc	1.592	1.563	1.581

PROMEDIO	gr/cc	1.572
----------	-------	-------

Material : Piedra Chavada de 10"

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	gr	9040	9052	9022
2	Peso del Molde	gr	5950	5860	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	3190	3252	3172
4	Volumen del Molde	cc	2060	2080	2060
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	gr/cc	1.534	1.539	1.525

PROMEDIO	gr/cc	1.533
----------	-------	-------

MUESTRA PROVISTA POR EL SOLICITANTE



WH ASECÓN S.A.C. CONSULTORES PERÚ S.A.S.
"INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA OBRERA"
CHAMPAGNE SUIZA
Dpto. IV - 08003



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ

ESTUDIO GEOTÉCNICO - LABORATORIO DE SUELO

TESTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CÁRDENAS (0800-0808-4507-3193)
 TÍTULO : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCABELLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2025
 UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
 FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2024

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO
 (ASTM C 29 / NTP 400.017)

Material : Arena Gruesa

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	cc	9392	9374	9351
2	Peso del Molde	gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	3542	3524	3501
4	Constante del Molde	cc	0.71	0.71	0.71
5	Volumen del Molde	gr/cc	2080	2080	2080
6	Peso Unitario Suelta de la Muestra	gr/cc	1.688	1.684	1.683

PROMEDIO	gr/cc	1.688
----------	-------	-------

Material : Piedra Chancada de 1/2"

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	cc	9386	9411	9382
2	Peso del Molde	gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	3536	3561	3532
4	Constante del Molde	cc	0.71	0.71	0.71
5	Volumen del Molde	gr/cc	2080	2080	2080
6	Peso Unitario Compactado de la Muestra	gr/cc	1.700	1.712	1.703

PROMEDIO	gr/cc	1.705
----------	-------	-------

MUESTRA PROVISTA POR EL SOLICITANTE



MI MEMBRO A CONSULTAR POR LA C

HERNAN Y SAIGUS DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
C.O.P. N° 10840



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ

CIERRE TECNICO - LABORATORIO DE SUELO

TESTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0008-0005-4587-3193)
TITULO : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FERRA DE SIAL Y RESIDUO DE MASCARELLA EN
LA AL. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : AL. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO PWO (ASTM C 128-2007 / NTP 400.022.2002)

MATERIAL : Agregado Fino
PESO MUESTRA S.S.S. : 500,0 gr

MUESTRA N°		M - 1	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	gr	878.5
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	gr	673.3
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	gr	305.2
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balón	gr	666.4
5	Peso del Balón	gr	173.3
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	gr	492.1
7	Volumen del Balón (V = 800)	cc	800.0

RESULTADOS

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	gr/cc	2.526
PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 800/(V-W))	gr/cc	2.587
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/(V-W) - (800-A))	gr/cc	2.633
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) ((800-A)/A*100)	%	1.61

MUESTRA PROPUESTA POR EL SOLICITANTE



WH ASECÓN S.A.C. CONSULTORES

TECNICO LABORATORIO DE CALIDAD
ING. CARLOS ALBERTO
C.A. N° 10000



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ

INGENIERÍA GEOTÉCNICA - LABORATORIO DE SUELO

TERCISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0989-0883-4867-3193)
TÍTULO : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023C3
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROMNCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLA
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO - ABSORCIÓN (ASTM C 127 / NTP 400.021)

Material : Flecha Chacarada de 1/2"

DATOS		A	B
1	Peso de la muestra seca	2979.0	3189.0
2	Peso de la muestra seca sumergida	1006.0	1662.0
3	Peso de la muestra seca al horno	2940.0	3152.0

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.285	2.051	2.173
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.023	2.075	2.199
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.361	2.101	2.231
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1.2	1.2	1.20



WH ASECÓN & CONSULTORES DEL PERÚ S.A.C.

"INGENIERÍA GEOTÉCNICA DE LA OMBRE"
INGENIERÍA GEOTÉCNICA
CIP. N° 64890

Concreto Patrón 0.00%



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

DISEÑO DE MEZCLA METODO DEL COMITÉ 211- ACI

1- DATOS PARA EL CALCULO DEL DISEÑO

F _c	280
SLUMP	4 - 6 pul

ENSAYOS FISICOS	Agr. Grueso	Agr. Fino
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	1/2"	-
MODULO DE FINEZA	6.45	2.83
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1,533	1,572
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)	1,705	1,689
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (gr/cc)	2.620	2.526
% DE ABSORCION	1.20	1.61
% HUMEDAD	0.41	0.97
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO	3.11	
CEMENTO PORTLAND	TIPO (I)	

2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:

$$\begin{aligned}
 F_c &= 280 \text{ kg/cm}^2 \\
 F_{cr} &= 280 \text{ kg/cm}^2 + 84 = 364 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{TABLA 7.4.3}
 \end{aligned}$$

3- CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA X m³ (TMN VS SLUMP)

$$\text{Agua en litros} = 216 \quad \text{TABLA 10.2.1}$$

4- RELACION AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA

$$R = A/C = 0.47 \quad \text{TABLA 12.2.2}$$

WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN L. BASURTO DE LA CRUZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 66863



WH ASECON S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

5- FACTOR CEMENTO (C = A/R)

$$C = \boxed{464} \text{ Kg-M}^3$$

$$\boxed{10.9} \text{ Bolsas-M}^3$$

6- AGREGADO GRUESO X M³

Peso Unitario Compactado X Fact F = (TMN vs MP)

TABLA 16.2.2

$$1,705.0 \quad \times \quad 0.55 \quad = \quad \boxed{933} \text{ Kg}$$

7- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

% Aire = TMN

2.5

TABLA 11.2.1

8- VOLUMENES ABSOLUTOS

	Peso Kg.	Volumen M ³
Cemento	464	0.149
Agua	216	0.216
Aire	2.5	0.025
Ag.Grueso	933	0.356
Suma de Valores		0.746

9- AGREGADO FINO X M³

Peso Especifico de la Masa X 1 - (Suma de Valores Absolutos)

$$\begin{aligned} \text{Volumen del Ag. Fino} &= 1 - \boxed{0.746} \\ \text{Volumen del Ag. Fino} &= \boxed{0.254} \\ \text{Peso del Ag. Fino} &= \boxed{642} \text{ Kg} \end{aligned}$$

10- DISEÑO SECO X M³

	en Kg.
Cemento	464 Kg
Agua	216 Kg
Agregado Grueso	933 Kg
Agregado fino	642 Kg
Suma de valores	2,254 Kg

WH ASECON S.A.C.

HERRIAN L. BASURTO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 68893



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

11- CORRECCION POR HUMEDAD

Agregado Grueso
933 X 0.41 = Kg

Agregado Fino
642 X 0.97 = Kg

12- AGUA EFECTIVA

Aporte Ag. Grueso (Ab - %W)
936 1.20 0.41 =

Aporte de Ag. Fino
648 1.61 0.97 =

Aporte total de agua =

Agua Efectiva 216 11.5 = Lt-M³

13- DISEÑO HUMEDO

	M ³		ft ³
Cemento	404	kg	13
Agua	228	lt	6
Agregado Grueso	936	kg	27
Agregado fino	648	kg	18
	2275		64

14- DOSIFICACION POR VOLUMEN

Cemento	1
Agregado Grueso	2.0
Agregado fino	1.4

WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN E. BASURTO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 88803



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARELLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

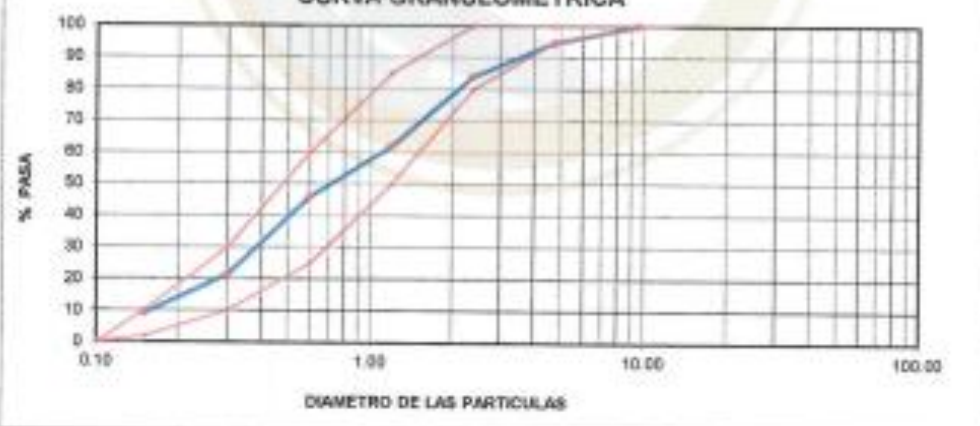
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMBIZADO (ASTM D C 136 / NTP 400.037)

Material Arena Gruesa

PESO INICIAL HUMEDO (gr) 1500.00 % W = 0.97
PESO INICIAL SECO (gr) 1485.00 MF = 2.83

MILLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
	mm	QT	FG	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50					
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.75	78.6	5.3	5.3	94.7	100 - 95
Nº8	2.38	158.9	10.7	16.0	84.0	100 - 80
Nº 16	1.19	326.4	22.0	38.0	62.0	85 - 50
Nº 30	0.60	236.4	15.9	53.9	46.1	60 - 25
Nº 50	0.30	355.3	24.6	78.5	21.5	30 - 10
Nº 100	0.15	184.4	12.4	90.5	9.1	10 - 2
FONDO		11.8	0.8	91.7	8.3	0 - 0

CURVA GRANULOMÉTRICA



MUESTRA PROVISTA POR EL SOLICITANTE

WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ S.A.C.

HERNAN L. BASTARDO DE LA CRUZ
INGENIERO C.
CIP. N° 84883



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (2000-0033-4507-3393)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARELLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

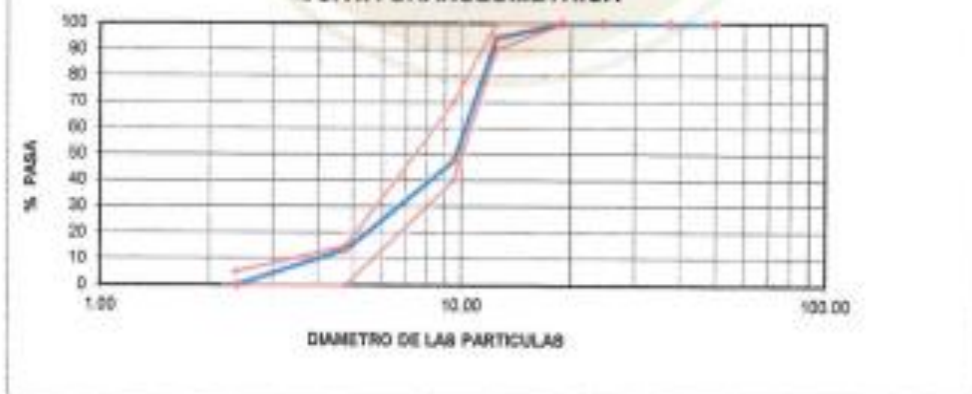
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D 136 / NTP 400.037)

Material : Piedra Chancada 1/2"

PESO INICIAL HÚMEDO (gr) 5,280.00 % W = 0.41
PESO INICIAL SECO (gr) 5,258.40 MF = 0.45

MALLA	ASTM D 136	MATERIAL PROVENIENTE		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES NISO RTP 1/2" - Nº 4 (T)
	mm	gr	%	gr	%	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.05	0.0	0.0	0.0	100.0	100
1/2"	12.50	296.3	5.6	5.6	94.4	90 - 100
3/8"	9.53	2,485.2	46.9	52.5	47.5	40 - 70
Nº 4	4.75	1,785.6	34.0	86.5	13.5	0 - 15
Nº 8	2.38	0.0	0.0	100.0	0.0	0 - 5
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
Nº 30	0.590	0.0	0.0	100.0	0.0	
Nº 50	0.297	0.0	0.0	100.0	0.0	
Nº 100	0.149	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO						

CURVA GRANULOMÉTRICA



MUESTRA PROVENIENTE POR EL SOLICITANTE

WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ S.A.C.

HERNÁNDEZ BARRERO ROY, PABLO
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 18888

Diseño 1% (0.25% Sisal + 0.75% Mascarilla)



WH ASECON S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
 TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
 UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
 FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

DISEÑO DE MEZCLA METODO DEL COMITÉ 211- ACI

1- DATOS PARA EL CALCULO DEL DISEÑO

1.1- DISEÑO 1% (0.25 % SISAL y 0.75 % MASCARILLA)

F _c	280
SLUMP	4 - 6 pul.

ENSAYOS FISICOS	Agre. Grueso	Agre. Fino	Sisal	Mascarilla
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	1/2"	-		
MODULO DE FINEZA	6.45	2.83		
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1,533	1,572	1,016	0,734
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)	1,705	1,689	1,220	0,860
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (gr/cc)	2,620	2,526	1,500	0,910
% DE ABSORCION	1.20	1.61	3.50	4.90
% HUMEDAD	0.41	0.97	1.56	1.85
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO	3.11			
CEMENTO PORTLAND	TIPO (I)			

2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:

$$F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = 280 + 84 = 364 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{TABLA 7.4.3}$$

3- CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA X m³ (TMN VS SLUMP)

$$\text{Agua en litros} = 216 \quad \text{TABLA 10.2.1}$$

4- RELACION AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA

$$R = A/C = 0.47 \quad \text{TABLA 12.2.2}$$

WH ASECON S.A.C.

"HERNAN E. BASURTO DE LA CRUZ"
 INGENIERO CIVIL
 C.P. N° 66690



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

5- FACTOR CEMENTO (C = A/R)

$$C = \boxed{.464} \text{ Kg-M}^3 \qquad \boxed{10.9} \text{ Bolsas-M}^3$$

6- AGREGADO GRUESO X M³

Peso Unitario Compactado X Fact F = (TMN vs MP)

TABLA 36.2.2

$$1,705.0 \quad X \quad 0.55 \quad = \quad \boxed{933} \text{ Kg}$$

7- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

% Aire = TMN

2.5

TABLA H.2.1

8- VOLUMENES ABSOLUTOS

		Peso Kg.	Volumen M ³
Cemento		464	0.149
Agua		216	0.216
Aire		2.5	0.025
Sisal	0.25 %	3.70	0.0025
Mascarilla	0.75 %	6.80	0.0075
Ag.Grueso		933	0.356
		Suma de Valores	0.756

9- AGREGADO FINO X M³

Peso Especifico de la Masa X 1 - (Suma de Valores Absolutos)

$$\begin{aligned} \text{Volumen del Ag. Fino} &= & 1 &- \boxed{0.756} \\ \text{Volumen del Ag. Fino} &= & &\boxed{0.244} \\ \text{Peso del Ag. Fino} &= & &\boxed{616} \text{ Kg} \end{aligned}$$

10- DISEÑO SECO X M³

	en Kg	
Cemento	464	Kg
Agua	216	Kg
Sisal	4	Kg
Mascarilla	7	Kg
Agregado Grueso	933	Kg
Agregado fino	616	Kg
Suma de valores	2,239	Kg

WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN L. BASURTO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 68883

11- CORRECCION POR HUMEDAD X M3

Agregado Grueso	=	936	Kg
Agregado Fino	=	622	Kg
Sisal	=	3.8	Kg
Mascarilla	=	6.9	Kg

12- AGUA EFECTIVA

Aporte Ag. Grueso (Ab - %W)				
936	1.20	0.41	=	7.4
Aporte de Ag. Fino				
622	1.61	0.97	=	4.0
Aporte Sisal				
4	3.50	1.50	=	0.1
Aporte Mascarilla				
7	4.90	1.85	=	0.2
Aporte total de agua			=	11.7
Agua Efectiva -----	216	11.7	=	228
				Lt-M ³

13- DISEÑO HUMEDO X M³

	M ³	kg	ft ³
Cemento	464		13.13
Agua	228		6
Sisal	4		0.1
Mascarilla	7		0
Agregado Grueso	936		27
Agregado fino	622		18
	2261		64

14- PROPORCIO EN PESO

Cemento	42.5	Kg
Agua	20.9	Lt
Sisal	0.34	Kg
Mascarilla	0.64	Kg
Agregado Grueso	85.51	Kg
Agregado fino	56.52	Kg

15- DOSIFICACION POR VOLUMEN

	Lt/Saco
Cemento	1
Agua	20.9
Sisal	0.01
Mascarilla	0.01
Agregado Grueso	2.0
Agregado fino	1.3

16- RELACION DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO

Relacion A/C de diseño	0.47
Relacion A/C efectiva	0.49

INGENIEROS & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.
 HERNAN L. BASURTO DE LA CRUZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 60003

Diseño 1.5% (0.50% Sisal + 1.00% Mascarilla)



WH ASECON S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (9000-0003-4507-3193)
 TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
 UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
 FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

DISEÑO DE MEZCLA METODO DEL COMITÉ 211- ACI

1- DATOS PARA EL CALCULO DEL DISEÑO

1.1- DISEÑO 1.5% (0.5 % SISAL y 1.0 % MASCARILLA)

F_c	280
SLUMP	4 - 6 pul.

ENSAYOS FISICOS	Agre. Grueso	Agre. Fino	Sisal	Mascarilla
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	1/2"	-		
MODULO DE FINEZA	4.45	2.83		
PESO UNITARIO SUELO (kg/m^3)	1,533	1,572	1,016	0,734
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m^3)	1,705	1,689	1,220	0,800
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (gr/cc)	2,620	2,526	1,500	0,910
% DE ABSORCION	1.20	1.41	3.50	4.90
% HUMEDAD	0.41	0.97	1.56	1.85
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO	3.11			
CEMENTO PORTLAND	TIPO (I)			

2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:

$$F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_{cr} = 280 \times 0.84 = 364 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{TABLA 7.4.3}$$

3- CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA X m^3 (TMN VS SLUMP)

$$\text{Agua en litros} = 216 \quad \text{TABLA 10.2.1}$$

4- RELACION AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA

$$R = A/C = 0.47 \quad \text{TABLA 12.2.2}$$

WH ASECON & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN L. BASURTO DE LA CRUZ
 INGENIERO CIVIL
 C.P. N° 60860



5- FACTOR CEMENTO (C = A/R)

C = Kg-M³ Bolsas-M³

6- AGREGADO GRUESO X M³

Peso Unidad Compactado X Fact F = (TMN vs MP) TABLA 16.2.2
 1,385.0 X 0.55 = Kg

7- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

% Aire = TMN 2.5 TABLA 11.2.1

8- VOLUMENES ABSOLUTOS

	Peso Kg.	Volumen M ³
Cemento	464	0.149
Agua	216	0.236
Aire	2.5	0.025
Sisal 0.5 %	7.45	0.005
Mascarilla 1.0 %	9.10	0.010
Ag/Grueso	933	0.356
Suma de Valores		0.761

9- AGREGADO FINO X M³

Peso Especifico de la Masa X 1 - (Suma de Valores Absolutos)
 Volumen del Ag. Fino =
 Volumen del Ag. Fino =
 Peso del Ag. Fino = Kg

10- DISEÑO SECO X M³

	en Kg.
Cemento	464 Kg
Agua	216 Kg
Sisal	7 Kg
Mascarilla	9 Kg
Agregado Grueso	933 Kg
Agregado fino	604 Kg
Suma de valores	2,232 Kg

WH ASECON S.A.C.

HERRNANDEZ BARRALDO DE LA CRUZ
 INGENIERO CIVIL
 C.O.P.E. 10000



11- CORRECCION POR HUMEDAD X M3

Agregado Grueso	=	936	Kg
Agregado Fino	=	610	Kg
Sisal	=	8	Kg
Mascarilla	=	9	Kg

12- AGUA EFECTIVA

Aporte Ag. Grueso (Ab - 50%)				
936	1.20	0.41	=	7.4
Aporte de Ag. Fino				
610	1.61	0.97	=	3.9
Aporte Sisal				
8	3.50	1.56	=	0.1
Aporte Mascarilla				
9	4.90	1.85	=	0.3
Aporte total de agua			=	11.7
Agua Efectiva	216	11.7	=	228

13- DISEÑO HUMEDO X M³

	M ³	kg	ft ³
Cemento	464		13
Agua	228		6
Sisal	8		0.2
Mascarilla	9		0
Agregado Grueso	936		27
Agregado fino	610		17
	2254		64

14- PROPORCIO EN PESO

Cemento	42.5	Kg
Agua	20.9	Lt
Sisal	0.68	Kg
Mascarilla	0.85	Kg
Agregado Grueso	85.51	Kg
Agregado fino	55.36	Kg

15- DOSIFICACION POR VOLUMEN

	Lt/Saco
Cemento	1
Agua	20.9
Sisal	0.02
Mascarilla	0.02
Agregado Grueso	2.0
Agregado fino	1.5

16- RELACION DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO

Relacion A/C de diseño	0.47
Relacion A/C efectiva	0.49

WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN L. BARRONTO PITA & CIA
 S.A.C.

Diseño 2.25% (0.75% Sisal + 1.5% Mascarilla)



WH ASECÓN S.A.C.
ASESORES & CONSULTORES DEL PERU
 ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
 TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
 UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
 FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

DISEÑO DE MEZCLA METODO DEL COMITÉ 211- ACI

1- DATOS PARA EL CALCULO DEL DISEÑO

1.1- DISEÑO 2.25% (0.75 % SISAL y 1.50 % MASCARILLA)

F _c	280
SLUMP	4 - 6 pul.

ENSAYOS FISICOS	Agre. Grueso	Agre. Fino	Sisal	Mascarilla
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	1/2"	-		
MODULO DE FINEZA	6.45	2.83		
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1,535	1,572	1.016	0.734
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)	1,705	1,687	1.220	0.860
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (gc/cc)	2.620	2.526	1.500	0.910
% DE ABSORCION	1.20	1.61	3.50	4.90
% HUMEDAD	0.41	0.97	1.56	1.85
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO	3.11			
CEMENTO PORTLAND	TIPO (1)			

2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:

$$F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = 280 + 84 = 364 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{TABLA 7.4.3}$$

3- CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA X m³ (TMN VS SLUMP)

$$\text{Agua en litros} = 216 \quad \text{TABLA 10.2.1}$$

4- RELACION AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA

$$R = A/C = 0.47 \quad \text{TABLA 12.2.2}$$

WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN I. GABARDO DE LA CRUZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 68860



WH ASECON S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

5- FACTOR CEMENTO (C = A/R)

$$C = \boxed{464} \text{ Kg-M}^3$$

$$\boxed{10.9} \text{ Bolsas-M}^3$$

6- AGREGADO GRUESO X M³

Peso Unitario Compactado X Fact F = (TMN vs MP)

TABLA B.2.2

$$1,795.6 \times 0.55 = \boxed{933} \text{ Kg}$$

7- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

$$\% \text{ Aire} = \text{TMN}$$

2.5

TABLA B.2.1

8- VOLUMENES ABSOLUTOS

		Peso Kg.	Volumen M ³
Cemento		464	0.149
Agua		216	0.216
Aire		2.5	0.025
Sisal	0.75 %	11.30	0.0075
Mascarilla	1.50 %	13.65	0.0150
Ag. Grueso		933	0.350
		Suma de Valores	0.769

9- AGREGADO FINO X M³

Peso Especifico de la Masa X 1 - (Suma de Valores Absolutos)

$$\begin{aligned} \text{Volumen del Ag. Fino} &= 1 - \boxed{0.769} \\ \text{Volumen del Ag. Fino} &= \boxed{0.231} \\ \text{Peso del Ag. Fino} &= \boxed{585} \text{ Kg} \end{aligned}$$

10- DISEÑO SECO X M³

	en Kg.
Cemento	464 Kg
Agua	216 Kg
Sisal	11 Kg
Mascarilla	14 Kg
Agregado Grueso	933 Kg
Agregado fino	585 Kg
Suma de valores	2,222 Kg

WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN L. BARRONTO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 48883



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

11- CORRECCION POR HUMEDAD X M3

Agregado Grueso	=	936	Kg
Agregado Fino	=	590	Kg
Sisal	=	11.5	Kg
Mascarilla	=	13.9	Kg

12- AGUA EFECTIVA

Aporte Ag. Grueso (Ab - %W)				
936	1.20	0.41	=	7.4
Aporte de Ag. Fino				
590	1.61	0.97	=	3.8
Aporte Sisal				
11	3.50	1.56	=	0.2
Aporte Mascarilla				
14	4.90	1.85	=	0.4
Aporte total de agua			=	11.8
Agua Efectiva	216	11.8	=	228 Lt-M ³

13- DISEÑO HUMEDO X M³

	M ³	kg	ft ³
Cemento	464	kg	13
Agua	228	kg	6
Sisal	11	kg	0.3
Mascarilla	14	kg	0
Agregado Grueso	936	kg	27
Agregado fino	590	kg	17
	2244		64

14- PROPORCIO EN PESO

Cemento	42.5	Kg
Agua	20.9	Lt.
Sisal	1.05	Kg
Mascarilla	1.27	Kg
Agregado Grueso	85.51	Kg
Agregado fino	53.61	Kg

15- DOSIFICACION POR VOLUMEN

	Lt./Saco
Cemento	1
Agua	20.9
Sisal	0.02
Mascarilla	0.03
Agregado Grueso	2.0
Agregado fino	1.3

16- RELACION DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO

Relacion A/C de diseño	0.47
Relacion A/C efectiva	0.49

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.
HERNAN L. BASURTO INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 10889

Diseño 3% (1.00% Sisal + 2.00% Mascarilla)



WH ASECÓN S.A.C.
ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ
 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESTISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0808-0003-4567-3000)
 TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2021
 UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
 FECHA : 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2021

DISEÑO DE MEZCLA METODO DEL COMITÉ 211- ACI

1- DATOS PARA EL CALCULO DEL DISEÑO

LC- DISEÑO 3.0% (1.0% SISAL y 2.0% MASCARILLA)	F _c	280
	SLUMP	4 - 6 pul.

ENSAYOS FÍSICOS	Agua Gruesa	Agua Fina	Sisal	Mascarilla
TAMANO MAXIMO NOMINAL	1/2"	-		
MODULO DE FINEZA	645	285		
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1,353	1,572	1,066	0,754
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)	1,708	1,689	1,220	0,860
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (kg/oc)	2,620	2,526	1,580	0,910
% DE ABSORCION	1.28	1.61	1.50	4.98
% HUMEDAD	0.40	0.87	1.50	1.89
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO	3.15			
CEMENTO PORTLAND	TIPO (I)			

2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:

$$F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = 280 \times 0.85 = 238 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{TABLA 7.4.3}$$

3- CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA X m³ (MIN VS SLUMP)

$$\text{Agua en litros} = 216 \quad \text{TABLA 10.2.1}$$

4- RELACION AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA

$$R = A/C = 0.47 \quad \text{TABLA 10.2.2}$$

WH ASECÓN & CONSULTORES DEL PERÚ S.A.C.
 ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 68880



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELO

4- FACTOR CEMENTO (C = A/B)

$$C = \boxed{454} \text{ Kg-M}^3 \quad \boxed{99.9} \text{ Bolsas-M}^3$$

4- AGREGADO GRUESO X M³

Peso Unitario Compactado X Fact F = (TDM en MP) TABLA N.2.3

$$1,761.0 \times 0.53 = \boxed{933} \text{ Kg}$$

5- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

$$\% \text{ Aire} = \text{TDM} \quad 2.4 \quad \text{TABLA N.2.3}$$

6- VOLUMENES ABSOLUTOS

	Peso Kg.	Volumen M ³
Cemento	454	0.149
Agua	216	0.216
Ara	2.5	0.025
Staf	15.00	0.010
Marcilla	18.20	0.020
Ag.Gruoso	933	0.356
	Suma de Valores	0.776

9- AGREGADO FINO X M³

Peso Especifico de la Masa X 1 - (Suma de Valores Absolutos)

$$\begin{aligned} \text{Volumen del Ag. Fino} &= 1 - 0.776 \\ \text{Volumen del Ag. Fino} &= 0.224 \\ \text{Peso del Ag. Fino} &= \boxed{360} \text{ Kg} \end{aligned}$$

10- DISEÑO SECO X M³

	en Kg.
Cemento	454 Kg
Agua	216 Kg
Staf	15 Kg
Marcilla	18 Kg
Agregado Grueso	933 Kg
Agregado fino	360 Kg
Suma de valores	2,211 Kg

WH ASECÓN S.A.C.

INSTRUMENTADO EN EL PERU
REG. N.º 10000



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ
ESTADOS SUFICIENTES - LABORATORIO DE SUELO

12- CORRECCION POR HUMEDAD X M3

Agregado Grueso	=	596	Kg
Agregado Fino	=	571	Kg
Sisal	=	15.2	Kg
Mascalla	=	18.5	Kg

13- AGUA EFECTIVA

Aporte Ag. Grueso (Ab - Wd)		=	7.4	
Aporte de Ag. Fino		=	3.7	
Aporte Sisal		=	0.5	
Aporte Mascalla		=	0.6	
Aporte total de agua		=	11.9	
Agua Efectiva	206	=	228	La-M ³

13- DISEÑO HUMEDO X M³

	M ³	kg	ft ³
Cemento	464	kg	15
Agua	228	lt	8
Sisal	15	kg	0.4
Mascalla	18	kg	1
Agregado Grueso	596	kg	27
Agregado fino	571	kg	16
	2231		63

14- PROPORCIO EN PESO

Cemento	=	42.3	Kg
Agua	=	20.9	La
Sisal	=	1.40	Kg
Mascalla	=	1.73	Kg
Agregado Grueso	=	85.51	Kg
Agregado fino	=	51.88	Kg

15- DOSIFICACION POR VOLUMEN

	La/Saco
Cemento	1
Agua	20.9
Sisal	0.85
Mascalla	0.84
Agregado Grueso	2.0
Agregado fino	1.3

16- RELACION DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO

Relacion A/C de diseño	=	0.47
Relacion A/C efectiva	=	0.49

WH ASECÓN & CONSULTORES DEL PERÚ S.A.C.

HERNÁNDEZ BARRERA
INGENIERO CIVIL
C.O.P. 120000001

Mza. B Lote. 8, A.H. Húsares de Junín - San Martín de Porres - Lima - Lima
940 225 383 wh.asecon.sac@gmail.com

Contenido de aire

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0000-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

ENSAYO DE CONTROL DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO (CONTENIDO DE AIRE - DLA WASHINGTON)

Material : Agregado Grueso - Agregado Fino

1. MEDICIÓN DE TEMPERATURA

ASTM C1054/C1064M-17

Temperatura Ambiente (°C)	: 18.70 °C	°C
Temperatura del Concreto (°C)	: 22.60 °C	°C

Según ACI 211.1
Temperatura del Concreto 0 °C a 50 °C
Cumple...!

2. MEDICIÓN DE LA CONSISTENCIA

ASTM C143/C143M-20

Slump o Revanimiento	: 4	Pulg.
----------------------	-----	-------

Asentamiento de Diseño 3" a 4"
Cumple...!

3. MEDICIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

ASTM C138/C138M-17a

Peso Molde	: 3.537	Kg.
Volumen del Molde	: 0.007	m ³
Peso de Molde + Concreto Compactado	: 19.566	Kg.
Peso del Concreto	: 16.029	Kg.
Peso Unitario del Concreto (PUC)	: 2241.818	Kg/m ³

4. MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CONCRETO

ASTM C138/C138M-17a

Peso Unitario del Concreto (PUC)	: 2241.818	Kg/m ³
Peso Unitario Teórico (PUT)	: 2241.014	Kg/m ³
Rendimiento del concreto	: 1.00	

Corregir Diseño

5. MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO

ASTM C231/C231M-17a

Contenido de Aire Atrapado de Diseño	: 1.5	%
Contenido de Aire (Dla Washington)	: 1.8	%

Según ACI 211.1
Cumple...!

6. MEDICIÓN DE SEGREGACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C1610/C1610M-21

Segregación del concreto autocompactante	: Sin Segregación
--	-------------------

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante



WVA ASOCIACIÓN S.A.C.

"HERNAN L. ESCOBAR DE LA CRUZ"
INGENIERO CIVIL
C.O. N° 000001

Permeabilidad

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

ENSAYO DE PERMEABILIDAD
(ACI 522R - 10)

Material : Agregado Grueso - Agregado Fino

MUESTRA PATRON + 0.0% FIBRA DE ACERO

N°	F. Vaclado	Edad	t	L	Ø	A	a	h ¹	Coeficiente K (cm/seg.)	Coeficiente K (m/seg.)
			Tiempo (seg.)	Longitud de Probeta (cm)	Diametro (cm)	Area de Muestra (cm ²)	Area de Tuberia (cm ²)	Altura de Carga (cm)		
1	22/09/2023	28	7185	20.00	10.00	78.54	78.54	29.00	0.01	0.00
2	22/09/2023	28	7193	20.00	10.00	78.54	78.54	29.00	0.01	0.00
3	22/09/2023	28	7191	20.00	10.00	78.54	78.54	29.00	0.01	0.00
DESVIACION ESTANDAR									0.00	0.00
PROMEDIO									0.01	0.00
COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD									0.01	0.00
COEFICIENTE DE VARIACION									0.06	0.06
RANGO DE VARIACION									0.11	0.11

K: Coeficiente de Permeabilidad (cm/s)

t: Tiempo de transición de h1 a h2 (s)

L: Longitud de la probeta (cm)

a: Area de tuberia de carga (cm²)

A: Area de la muestra (cm²)

h1: Altura de Carga Superior antes del drenaje (cm)

h2: Altura de Carga Superior despues del drenaje (cm)

$$K = \frac{L \times a}{t \times A}$$



WHASECON S.A.C.

HERNANDEZ SUAREZ
HERNANDEZ SUAREZ DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100003



WHASECON S.A.C.
 ASESORES & CONSULTORES DEL PERU
 LABORATORIO DE SUELOS

Exudación



TECISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4907-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2022
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2022

EXUDACION DEL CONCRETO FRESCO
(ASTM C 232)

DISEÑO PATRON

I. TANDA PARA EXUDACION

	1m3 (90)	TANDA (40 L)
CEMENTO	345	13.8
AGUA (w)	215	8.44
AGREGADO FINO	985	35.4
AGREGADO GRUESO	042	17.72
PESO DE TANDA (kg)		85.36

II. DATOS DE LA MUESTRA A ENSAYAR

PESO DEL MOLDE (g)	5.767
PESO DE MOLDE + CONCRETO FRESCO (g)	38.371
PESO DEL CONCRETO FRESCO	33.604
DIAMETRO DEL ENVASE	25.50
AREA DEL ENVASE	510.7
ALTURA DEL ENVASE	26.8
HORA DE INICIO	10:20 pm
T° AMBIENTE	18.8

III. CALCULOS

HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (minutos)	TIEMPO PARCIAL (minutos)	V1 (ml)	VOLUMEN DEL AGUA ACUMULADO	V (ml/min)	VELOCIDAD DE EXUDACION (ml/min/m²)
10:20:00	0					
10:30:00	10	10	2.8	2.8	0.0035	0.00055
10:40:00	20	10	2.3	5.1	0.0045	0.00045
10:50:00	30	10	3.5	8.6	0.0069	0.00069
11:00:00	40	10	0.8	9.4	0.0016	0.00016
11:30:00	70	30	1.8	11.2	0.0035	0.00012
12:00:00	100	30	2.4	13.6	0.0047	0.00018
12:30:00	130	30	2.1	15.7	0.0041	0.00014
13:00:00	160	30	1.8	17.3	0.0031	0.00010
13:30:00	190	30	1.2	18.5	0.0023	0.00008
14:00:00	220	30	2.3	20.8	0.0045	0.00015
15:30:00	250	30	0.0	20.8	0.0000	0.00000

$$V = \frac{V_1 - V_2}{t_1 - t_2}$$

Nota:
 V = Volumen de agua exudada (ml) por unidad de superficie en un tiempo
 V₁ = Volumen de agua exudada medida durante el intervalo de tiempo anterior, en ml
 V₂ = Volumen de agua exudada medida durante el intervalo de tiempo siguiente, en ml

M. MUESTRAS		ID. M.	
1	21		
2	2074		
AUTOGUARD		1	21

$$C = (V_1 + V_2) \cdot t$$

$$E = \frac{C}{A} = \frac{(V_1 + V_2) \cdot t}{A}$$

C = Masa de agua en la muestra de ensayo, en g
 V₁ = Masa (ml) de la muestra, en g
 V₂ = Masa (ml) de la muestra, en g
 A = Área de exposición, en m²
 t = Tiempo de exposición, en h



WH ASECON S.A.C.

HERNAN I. BARRONTO DE LA CRUZ
 INGENIERO CIVIL
 C.R. N° 20804

Asentamiento



WH ASECON S.A.C.
ASESORES & CONSULTORES DEL PERU
ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0005-0003-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DEL DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

METODO DE ENSAYO PARA LA MEDICION DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON EL CONO DE ABRAMS (ASTMD C 143 / NTP 339.035)

MUESTRA	IDENTIFICACION	ASENTAMIENTO (PULGADAS)	ASENTAMIENTO (CENTIMETROS)
M - 1	DISEÑO PATRON	4 1/2	11,5
M - 2	DISEÑO PATRON	4 1/2	11,5
M - 3	DISEÑO PATRON	4 1/2	11,5
M - 4	DISEÑO PATRON	4 1/2	11,5
M - 5	DISEÑO PATRON	4 1/2	11,5
M - 6	DISEÑO PATRON	4 1/2	11,5
M - 7	DISEÑO PATRON	4 1/2	11,5
M - 8	DISEÑO PATRON	4 1/2	11,5
M - 9	DISEÑO PATRON	4 1/2	11,5

LOS ENSAYO SE REALIZARON EN EL LABORATORIO



WH ASECON S.A.C.

HERNAN I. BASURTO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 8882



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DEL DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

METODO DE ENSAYO PARA LA MEDICION DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON EL CONO DE ABRAMS (ASTM C 143 / NTP 339.035)

MUESTRA	IDENTIFICACION	ASENTAMIENTO (PULGADAS)	ASENTAMIENTO (CENTIMETROS)
M - 1	DISEÑO AL 1% (0.25 % SISAL y 0.75% MASCARILLA)	4 1/3	11.0
M - 2	DISEÑO AL 1% (0.25 % SISAL y 0.75% MASCARILLA)	4 1/3	11.0
M - 3	DISEÑO AL 1% (0.25 % SISAL y 0.75% MASCARILLA)	4 1/3	11.0
M - 4	DISEÑO AL 1% (0.25 % SISAL y 0.75% MASCARILLA)	4 1/3	11.0
M - 5	DISEÑO AL 1% (0.25 % SISAL y 0.75% MASCARILLA)	4 1/3	11.0
M - 6	DISEÑO AL 1% (0.25 % SISAL y 0.75% MASCARILLA)	4 1/3	11.0
M - 7	DISEÑO AL 1% (0.25 % SISAL y 0.75% MASCARILLA)	4 1/3	11.0
M - 8	DISEÑO AL 1% (0.25 % SISAL y 0.75% MASCARILLA)	4 1/3	11.0
M - 9	DISEÑO AL 1% (0.25 % SISAL y 0.75% MASCARILLA)	4 1/3	11.0

LOS ENSAYOS SE REALIZARON EN EL LABORATORIO



WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN L. SABIDO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
C.P. N° 08883



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESTEADO : ABRAMM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0990-8088-4507-1295)
TÍTULO : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARELLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DEL DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

METODO DE ENSAYO PARA LA MEDICION DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON EL CONO DE ABRAMS (ASTM C 143 / NTP 339.035)

MUESTRA	IDENTIFICACION	ASENTAMIENTO (PULGADAS)	ASENTAMIENTO (CENTIMETROS)
M - 1	DISEÑO AL 1.5 % (0.5 % SISAL y 1.0 % MASCARELLA)	4 1/7	10.5
M - 2	DISEÑO AL 1.5 % (0.5 % SISAL y 1.0 % MASCARELLA)	4 1/7	10.5
M - 3	DISEÑO AL 1.5 % (0.5 % SISAL y 1.0 % MASCARELLA)	4 1/7	10.5
M - 4	DISEÑO AL 1.5 % (0.5 % SISAL y 1.0 % MASCARELLA)	4 1/7	10.5
M - 5	DISEÑO AL 1.5 % (0.5 % SISAL y 1.0 % MASCARELLA)	4 1/7	10.5
M - 6	DISEÑO AL 1.5 % (0.5 % SISAL y 1.0 % MASCARELLA)	4 1/7	10.5
M - 7	DISEÑO AL 1.5 % (0.5 % SISAL y 1.0 % MASCARELLA)	4 1/7	10.5
M - 8	DISEÑO AL 1.5 % (0.5 % SISAL y 1.0 % MASCARELLA)	4 1/7	10.5
M - 9	DISEÑO AL 1.5 % (0.5 % SISAL y 1.0 % MASCARELLA)	4 1/7	10.5

LOS ENSAYOS SE REALIZARON EN EL LABORATORIO



ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ S.A.C.

INFORME LABORATORIO DE TESTEADO
PROYECTO DE MEJORA DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ

ESTADIOS DE INGENIERÍA - LABORATORIOS DE ENSAYO

TESTISTA : ABRAM ALVARADO MORALES CARDENAS (0900-0663-6167-4298)
TÍTULO : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARELLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2025
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DEL DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2025

METODO DE ENSAYO PARA LA MEDICION DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON EL CONO DE ABRAMS (ASTM C 143 / NTP 339.036)

MUESTRA	IDENTIFICACION	ASENTAMIENTO (PULGADAS)	ASENTAMIENTO (CENTIMETROS)
M - 1	DISEÑO AL 2.25 % (3.75 % SISAL y 1.5 % MASCARELLA)	3.34	8.5
M - 2	DISEÑO AL 2.25 % (3.75 % SISAL y 1.5 % MASCARELLA)	3.34	8.5
M - 3	DISEÑO AL 2.25 % (3.75 % SISAL y 1.5 % MASCARELLA)	3.34	8.5
M - 4	DISEÑO AL 2.25 % (3.75 % SISAL y 1.5 % MASCARELLA)	3.34	8.5
M - 5	DISEÑO AL 2.25 % (3.75 % SISAL y 1.5 % MASCARELLA)	3.34	8.5
M - 6	DISEÑO AL 2.25 % (3.75 % SISAL y 1.5 % MASCARELLA)	3.34	8.5
M - 7	DISEÑO AL 2.25 % (3.75 % SISAL y 1.5 % MASCARELLA)	3.34	8.5
M - 8	DISEÑO AL 2.25 % (3.75 % SISAL y 1.5 % MASCARELLA)	3.34	8.5
M - 9	DISEÑO AL 2.25 % (3.75 % SISAL y 1.5 % MASCARELLA)	3.34	8.5

LOS ENSAYOS SE REALIZARON EN EL LABORATORIO



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA UDL

LABORATORIO DE ENSAYOS DE LA UDL
INGENIERÍA CIVIL
CALLE 1000



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ

ESTUDIOS TÉCNICOS · LABORATORIO DE SUELO

TESTEADO POR: ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0990-9063-4567-3023)
TESIS: DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARELLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN: Av. LA PLAYA DEL DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA: 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

METODO DE ENSAYO PARA LA MEDICION DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON EL COMO DE ABRAMS (ASTM C 143 / NTP 339.035)

MUESTRA	IDENTIFICACION	ASENTAMIENTO (PULGADAS)	ASENTAMIENTO (CENTIMETROS)
M - 1	DISEÑO AL 3.0 % (1.0 % SISAL y 2.0 % MASCARELLA)	3 1/2	9.0
M - 2	DISEÑO AL 3.0 % (1.0 % SISAL y 2.0 % MASCARELLA)	3 1/2	9.0
M - 3	DISEÑO AL 3.0 % (1.0 % SISAL y 2.0 % MASCARELLA)	3 1/2	9.0
M - 4	DISEÑO AL 3.0 % (1.0 % SISAL y 2.0 % MASCARELLA)	3 1/2	9.0
M - 5	DISEÑO AL 3.0 % (1.0 % SISAL y 2.0 % MASCARELLA)	3 1/2	9.0
M - 6	DISEÑO AL 3.0 % (1.0 % SISAL y 2.0 % MASCARELLA)	3 1/2	9.0
M - 7	DISEÑO AL 3.0 % (1.0 % SISAL y 2.0 % MASCARELLA)	3 1/2	9.0
M - 8	DISEÑO AL 3.0 % (1.0 % SISAL y 2.0 % MASCARELLA)	3 1/2	9.0
M - 9	DISEÑO AL 3.0 % (1.0 % SISAL y 2.0 % MASCARELLA)	3 1/2	9.0

LOS ENSAYOS SE REALIZARON EN EL LABORATORIO



WH ASECÓN S.A.C. CONSULTORES DEL PERÚ S.A.C.

MEMORIA TÉCNICA DE LA OBRA
PAVIMENTO RIGIDO
C/P. N° 00000

Contenido de Humedad



TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
 : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216 / NTP 339.127)

MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)

TARRO N°	1	2	PROMEDIO
PESO DEL TARRO + SUELO HUMEDO (g)	384.9	344.7	
PESO DEL TARRO + SUELO HUMEDO (g)	362.3	342.1	
PESO DEL TARRO (g)	85.6	84.1	
PESO DEL AGUA (g)	2.6	2.6	
PESO DE SUELO SECO (g)	276.7	258.0	
CONTE. DE HUMEDAD (g)	0.94	1.01	0.97

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

TARRO N°	1	2	PROMEDIO
PESO DEL TARRO + SUELO HUMEDO (g)	381.0	351.2	
PESO DEL TARRO + SUELO HUMEDO (g)	360.0	350.0	
PESO DEL TARRO (g)	85.6	84.1	
PESO DEL AGUA (g)	1.0	1.2	
PESO DE SUELO SECO (g)	274.4	265.9	
CONTE. DE HUMEDAD (g)	0.36	0.45	0.41



WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN E. MARIARTO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 68683

Segregación del Concreto



WH ASECON S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESTISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO (ASTM C 138 / NTP 339.046)

DISEÑO PATRON

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	gr	10785	10790	10780
2	Peso del Molde	gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	4935	4940	4930
4	Volumen del Molde	cc	2080	2080	2080
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	gr/cc	2.373	2.375	2.370
PROMEDIO		gr/cc	2.373		
SEGREGACION DEL CONCRETO FRESCO		NO			



WH ASECON S.A.C.
ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.
HERNAN L. BARRITO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 88888



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO (ASTM C 138 / NTP 339.046)

DISEÑO 1% (0.25% SISAL - 0.75% MASCARILLA)

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	gr	10765	10770	10760
2	Peso del Molde	gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	4915	4920	4910
4	Volumen del Molde	cc	2060	2080	2080
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	gr/cc	2.363	2.365	2.361

PROMEDIO	gr/cc	2.363
----------	-------	-------

SEGREGACION DEL CONCRETO FRESCO	NO
---------------------------------	----



WH ASECÓN S.A.C.

HERNAN I. BASURTO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 58863



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0500-0003-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO (ASTM C 138 / NTP 339.046)

DISEÑO 1.5% (0.5% SISAL - 1.0% MASCARILLA)

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	gr	10750	10745	10755
2	Peso del Molde	gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	4900	4895	4905
4	Volumen del Molde	cc	2080	2080	2080
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	gr/cc	2.356	2.363	2.358

PROMEDIO	gr/cc	2.356
----------	-------	-------

SEGREGACION DEL CONCRETO FRESCO	NO
---------------------------------	----



WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN L. BABURTO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 64803



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO (ASTM C 138 / NTP 339.046)

DISEÑO 2.25% (0.75% SISAL - 1.5% MASCARILLA)

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	gr	10685	10690	10680
2	Peso del Molde	gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	4835	4840	4830
4	Volumen del Molde	cc	2080	2080	2080
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	gr/cc	2.325	2.327	2.322

PROMEDIO	gr/cc	2.325
----------	-------	-------

SEGREGACION DEL CONCRETO FRESCO	NO
---------------------------------	----



WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN L. BARRALTO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 64883



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO (ASTM C 138 / NTP 339.046)

DISEÑO 3.0% (1.0% SISAL - 2.0% MASCARILLA)

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	gr	10615	10620	10610
2	Peso del Molde	gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	4765	4770	4760
4	Volumen del Molde	cc	2080	2080	2080
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	gr/cc	2.291	2.293	2.288

PRÓMEDIO	gr/cc	2.291
----------	-------	-------

SEGREGACION DEL CONCRETO FRESCO	NO
---------------------------------	----



WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN L. BASALTO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 80803

- Anexo 5: Análisis Estadístico

ANÁLISIS ESTADÍSTICO						
RESISTENCIA EN COMPRESIÓN						
A. PRUEBA DE NORMALIDAD						
PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Compresión Si tienen normalidad.						
H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia en Compresión No tienen normalidad.						
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA: $\alpha=5\%$ (0.05)						
PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA:						
Para muestras mayores a 50 datos se utiliza Kolmogorov-Smirnov ($n>50$, $K - S$).						
Para muestras menores a 50 datos se utiliza Shapiro-Wilk ($n\leq 50$, $S - W$).						
Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FS-MQ	,144	15	,200 [*]	,908	15	,125
R.C.	,180	15	,200 [*]	,893	15	,074
* . Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						
Se tienen 15 muestras, entonces se utilizará Shapiro-Wilk con p-valor=0.074						
PASO 4. REGLA DE DECISIÓN						
Si p-valor \leq 0.05 - Se rechaza la hipótesis nula.						
p-valor=0.074						
Comparación: 0.074 $>$ 0.05						
Entonces se acepta la hipótesis nula.						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Compresión Si tienen normalidad.						
PASO 5. CONCLUSIÓN						
Los datos de la variable resistencia en compresión tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%						
B. CORRELACIÓN DE PEARSON						
PASO 1: PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Compresión Si tienen Homogeneidad.						
H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia en Compresión No tienen Homogeneidad.						
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA						
$\alpha=5\%$ (0.05)						
PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON						
Correlaciones						
				FS MQ		RC
FS_MQ	Correlación de Pearson			1		-,639 [*]
	Sig. (bilateral)					,010
	N			15		15
RC	Correlación de Pearson			-,639 [*]		1
	Sig. (bilateral)			,010		
	N			15		15
** . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).						
Se tiene un p-valor=0.010 y coeficiente de correlación r de Pearson de -0.639 (-63.9%).						
PASO 4. REGLA DE DECISIÓN						
Si p-valor \leq 0.05 - Se rechaza la hipótesis nula.						
p-valor=0,010						
Comparación: 0.010 $<$ 0.05						
Entonces se acepta la hipótesis alterna.						
PASO 5. CONCLUSIÓN						
Existe una correlación negativa considerable, entre la variable Resistencia en Compresión y la variable Fibra de Sisal y Mascarilla Quirúrgica con un coeficiente de correlación de Pearson de -0.639						

ANÁLISIS ESTADÍSTICO						
RESISTENCIA EN TRACCIÓN						
A. PRUEBA DE NORMALIDAD						
PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Tracción Si tienen normalidad.						
H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia en Tracción No tienen normalidad.						
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA: $\alpha=5\%$ (0.05)						
PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA:						
Para muestras mayores a 50 datos se utiliza Kolmogorov-Smirnova (n>50, K – S).						
Para muestras menores a 50 datos se utiliza Shapiro-Wilk (n<=50, S – W).						
Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FS-MQ	,144	15	,200 [*]	,908	15	,125
R.T.	,251	15	,200	,837	15	,123
* . Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						
Se tienen 15 muestras, entonces se utilizará Shapiro-Wilk con p-valor=0.123						
PASO 4. REGLA DE DECISIÓN						
Si p-valor<=0.05 - Se rechaza la hipótesis nula.						
p-valor=0.123						
Comparación: 0.123>0.05						
Entonces se acepta la hipótesis nula.						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Tracción Si tienen normalidad.						
CORRELACION DE PEARSON (SI TIENE NORMALIDAD)						
CORRELACION DE SPEARMAN (SI NO TIENE NORMALIDAD)						
PASO 5. CONCLUSIÓN						
Los datos de la variable resistencia en tracción tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%						
B. CORRELACION DE PEARSON						
PASO 1: PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS						
Ho: Hipótesis nula: El incremento de resistencia en tracción del concreto No está relacionado con la adición de fibras FS_MQ						
H1: hipótesis alterna: El incremento de resistencia en tracción del concreto Si está relacionado con la adición de fibras FS_MQ.						
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA						
$\alpha=5\%$ (0.05)						
PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON						
Correlaciones						
			RT		FS-MQ	
RT	Correlación de Pearson		1		-,595 ^{**}	
	Sig. (bilateral)				,000	
	N		15		15	
FS-MQ	Correlación de Pearson		-,595 ^{**}		1	
	Sig. (bilateral)		,000			
	N		15		15	
** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).						
Se tiene un p-valor=0.0001 y coeficiente de correlación r de Pearson de -0.595 (-59.5%).						
PASO 4. REGLA DE DECISIÓN						
Si p-valor<=0.05 - Se rechaza la hipótesis nula.						
p-valor=0,0001						
Comparación: 0.0001<0.05						
Entonces se acepta la hipótesis alterna.						
PASO 5. CONCLUSIÓN						
Existe una correlación negativa media, entre la variable Resistencia en Tracción y la variable Fibra de Sisal y Mascarilla Quirúrgica con un coeficiente de correlación de Pearson de -0.595						

ANÁLISIS ESTADÍSTICO						
RESISTENCIA EN FLEXIÓN						
A. PRUEBA DE NORMALIDAD						
PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Flexión Si tienen normalidad.						
H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia en Flexión No tienen normalidad.						
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA: $\alpha=5\%$ (0.05)						
PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA:						
Para muestras mayores a 50 datos se utiliza Kolmogorov-Smirnov (n>50, K - S).						
Para muestras menores a 50 datos se utiliza Shapiro-Wilk (n<=50, S - W).						
Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FS-MQ	,144	15	,200 [*]	,908	15	,125
R.F.	,212	15	,200 [*]	,851	15	,491
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						
Se tienen 15 muestras, entonces se utilizará Shapiro-Wilk con p-valor=0.491						
PASO 4. REGLA DE DECISIÓN						
Si p-valor<=0.05 - Se rechaza la hipótesis nula.						
p-valor=0.494						
Comparación: 0.494>0.05						
Entonces se acepta la hipótesis nula.						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Flexión Si tienen normalidad.						
PASO 5. CONCLUSIÓN						
Los datos de la variable resistencia en flexión tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%						
B. CORRELACIÓN DE PEARSON						
PASO 1: PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS						
Ho: Hipótesis nula: El incremento de resistencia en flexión del concreto No está relacionado con la adición de fibras de FS_MQ						
H1: hipótesis alterna: El incremento de resistencia en flexión del concreto Si está relacionado con la adición de fibras de FS_MQ.						
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA						
$\alpha=5\%$ (0.05)						
PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON						
Correlaciones						
			RF	FS-MQ		
R.F.	Correlación de Pearson		1	-,748 ^{**}		
	Sig. (bilateral)			,001		
	N		15	15		
FS_MQ	Correlación de Pearson		-,748 ^{**}	1		
	Sig. (bilateral)		,001			
	N		15	15		
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).						
Se tiene un p-valor=0.001 y coeficiente de correlación r de Pearson de -0.748 (-74.8%).						
PASO 4. REGLA DE DECISIÓN						
Si p-valor<=0.05 - Se rechaza la hipótesis nula.						
p-valor=0,001						
Comparación: 0.001<0.05						
Entonces se acepta la hipótesis alterna.						
PASO 5. CONCLUSIÓN						
Existe una correlación negativa considerable, entre la variable Resistencia en Flexión y la variable Fibra de Sisal con Mascarilla Quirúrgica con un coeficiente de correlación de Pearson de -0.748						

• Anexo 6: Clasificación Vehicular

Día	Automóvil	S. Wagon	Camionetas			Micro	Omnibus			Camion			Semitraylers					Traylers					
			Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
Domingo 01/10/2023	Av. La Playa - PE-20	8310	7418	830	638	35	2518	55	18	32	25	6	4	3	2	3	3	3	10	2	2	0	0
	PE-20 - Av. La Playa	7564	7235	750	415	25	2200	30	15	20	10	4	3	0	2	3	1	5	4	0	2	0	0
	Total	15874	14653	1580	1053	60	4718	85	33	52	35	10	7	3	4	6	4	8	14	2	4	0	0
Lunes 02/10/2023	Av. La Playa - PE-20	10697	8676	823	908	103	3223	179	40	2	40	11	25	15	9	15	9	10	6	6	5	5	2
	PE-20 - Av. La Playa	10789	8694	786	910	109	3254	175	37	9	35	10	12	10	4	5	5	3	3	3	3	5	2
	Total	21486	17370	1609	1818	212	6477	354	77	11	75	21	37	25	13	20	14	13	9	9	8	10	4
Martes 03/10/2023	Av. La Playa - PE-20	11642	10654	745	534	265	3276	140	45	35	15	15	25	15	5	4	3	7	3	2	2	2	2
	PE-20 - Av. La Playa	10678	10832	541	359	125	3945	125	23	32	10	9	14	12	3	1	3	9	8	2	3	2	5
	Total	22320	21486	1286	893	390	7221	265	68	67	25	24	39	27	8	5	6	16	11	4	5	4	7
Miércoles 04/10/2023	Av. La Playa - PE-20	12354	14523	956	458	652	351	256	40	35	36	24	65	25	4	5	9	4	5	2	2	5	1
	PE-20 - Av. La Playa	11564	12354	845	657	452	324	245	35	24	25	32	32	17	6	3	6	3	5	4	2	4	1
	Total	23918	26877	1801	1115	1104	675	501	75	59	61	56	97	42	10	8	15	7	10	6	4	9	2
Jueves 05/10/2023	Av. La Playa - PE-20	15634	14652	945	468	623	324	222	25	30	24	25	60	28	4	3	1	11	0	2	1	4	3
	PE-20 - Av. La Playa	14679	13354	785	452	555	333	152	35	17	20	15	35	20	4	5	0	8	3	0	3	5	3
	Total	30313	28006	1730	920	1178	657	374	60	47	44	40	95	48	8	8	1	19	3	2	4	9	6
Viernes 06/10/2023	Av. La Playa - PE-20	12486	12456	124	456	36	378	354	45	45	85	11	8	3	1	8	1	5	7	2	2	4	5
	PE-20 - Av. La Playa	11112	12444	111	398	40	345	325	42	40	50	10	5	1	5	3	0	3	0	0	0	4	6
	Total	23598	24900	235	854	76	723	679	87	85	135	21	13	4	6	11	1	8	7	2	2	8	11
Sábado 07/10/2023	Av. La Playa - PE-20	10160	9231	1183	995	57	3004	199	30	9	50	18	15	15	10	8	12	5	19	4	2	3	5
	PE-20 - Av. La Playa	9982	9054	983	905	65	2897	175	33	15	20	10	6	4	5	3	1	4	5	3	3	4	4
	Total	20142	18285	2166	1900	122	5901	374	63	24	70	28	21	19	15	11	13	9	24	7	5	7	9
IMDs	Av. La Playa - PE-20	11611.9	11087.1	800.9	636.7	253.0	1867.7	200.7	34.7	26.9	39.3	15.7	28.9	14.9	5.0	6.6	5.4	6.4	7.1	2.9	2.3	3.3	2.6
	PE-20 - Av. La Playa	10909.7	10566.7	685.9	585.1	195.9	1899.7	175.3	31.4	22.4	24.3	12.9	15.3	9.1	4.1	3.3	2.3	5.0	4.0	1.7	2.3	3.4	3.0
	Total	22521.6	21653.9	1486.7	1221.9	448.9	3767.4	376.0	66.1	49.3	63.6	28.6	44.1	24.0	9.1	9.9	7.7	11.4	11.1	4.6	4.6	6.7	5.6
IMDa	Av. La Playa - PE-20	12299.40	11743.62	848.28	674.41	267.98	1978.30	194.10	33.57	25.97	37.99	15.20	27.91	14.37	4.84	6.35	5.25	6.22	6.91	2.76	2.21	3.18	2.49
	PE-20 - Av. La Playa	11555.69	11192.38	726.47	619.79	207.45	2012.20	169.51	30.39	21.69	23.49	12.43	14.78	8.84	4.01	3.18	2.21	4.84	3.87	1.66	2.21	3.32	2.90
	Total	23855.09	22936.00	1574.74	1294.20	475.43	3990.50	363.61	63.96	47.66	61.48	27.63	42.69	23.21	8.84	9.53	7.46	11.05	10.78	4.42	4.42	6.49	5.39
2023	Total vehículos	23855	22936	1575	1294	475	3991	364	64	48	61	28	43	23	9	10	7	11	11	4	4	6	5

ENCUESTADOR : _____

JEFE DE BRIGADA : _____

ING. RESPONS. : _____

SUPERV. MTCC : _____

INGENIERA MEDIOAMBIENTE & CONSTRUCCION S.A.C.
ESPECIALISTA DE CALIDAD
Jhonny Martín Castro Vega
CIP: 157828

GEORGE KEVIN
MARILUZ SILVA
Ingeniero Civil
CIP N° 280095

JHAIR HUGO VALVERDE TARAZONA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 280102

- Anexo 7: Confiabilidad



Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MM-0060-2023

Página 1 de 2

Expediente	23-0067	
Solicitante	WRC INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.A.C.	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).
Dirección	Calle Puerto Pimentel Mz. D Lote 05 Urb. Palma Real, Callao - Callao - Callao.	
Instrumento de Medición	BALANZA NO AUTOMATICA	
Marca	OHAUS	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
Modelo	PA313	
Número de Serie	8332090565	
Procedencia	CHINA	
Tipo	ELECTRONICA	
Identificación	NO INDICA	
Capacidad Máxima	310 g	
División de escala (d)	0.001 g	
Div. de Verificación (e)	0.001 g	
Capacidad Mínima	0.1 g	
Clase de Exactitud	I	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
Ubic. Del Instrumento	LABORATORIO	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
Fecha de Calibración	2023-04-11	

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. Edición tercera.

Trazabilidad

Se utilizaron patrones calibrados en el INACAL - Laboratorio Acreditado, con certificados de calibración: LM-C-176-2022.

Sello	Fecha de Emisión	Jefe del laboratorio de calibración Santiago Llontop R.
	2023-04-17	



Expediente	23-0067	
Solicitante	WRC INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.A.C.	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).
Dirección	Calle Puerto Pimental Mz. D Lote 05 Urb. Palma Real, Callao - Callao - Callao.	
Instrumento de Medición	BALANZA NO AUTOMÁTICA	
Marca	OHAUS	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor. Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
Modelo	EB3	
Número de Serie	8029132282	
Procedencia	CHINA	
Tipo	ELECTRÓNICA	
Identificación	NO INDICA	
Capacidad Máxima	3000 g	
División de escala (d)	0.1 g	
Div. de Verificación (e)	0.1 g	
Capacidad Mínima	5 g	
Clase de Exactitud	II	
Ubic. Del Instrumento	LABORATORIO	
Fecha de Calibración	2023-04-11	

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. Edición tercera.

Trazabilidad

Se utilizaron patrones calibrados en el INACAL - Laboratorio Acreditado, con certificados de calibración: LM-C-176-2022, PE22-C-0894, PE22-C-0895, PE22-C-0896, M-0074-2022, M-0075-2022, M-0076-2022, M-0077-2022.

Sello	Fecha de Emisión	Jefe del laboratorio de calibración Santiago Lintop R.
	2023-04-17	



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MF-0009-2023

Laboratorio de Fuerza

Pag. 1 de 2

Expediente	23-0067	
Solicitante	WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.	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).
Dirección	Mza. B Lote. 8 A.H. Husares de Junín, Lima - Lima - San Martín de Porres.	
Instrumento de Medición	Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión	
Equipo Calibrado	CORTE DIRECTO	<p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.</p> <p>Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.</p>
CORTE DIRECTO		
Marca (o Fabricante)	PERUTEST	
Modelo	PT-CD	
Número de Serie	1030	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Indicador de Lectura	DIGITAL	
Alcance de Indicación	0 Kgf a 500 Kgf	
Resolucion	0.001 Kgf	
Marca (o Fabricante)	PERUTEST	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
Transductor de Fuerza	CELDA TIPO S	
Marca (o Fabricante)	MAVIN	
Modelo	500 kg	
Número de Serie	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
Ubic. Del Instrumento	LABORATORIO	
Lugar de Calibración	Mza. B Lote. 8 A.H. Husares de Junín, Lima - Lima - San Martín de Porres.	
Fecha de Calibración	2023-04-11	

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración

Santiago Uontop R.



2023-04-17





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT-0047-2023

Laboratorio de Temperatura

Pag. 1 de 4

Expediente	23-0067	
Solicitante	WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ S.A.C	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).
Dirección	Mza. B Lote. 8 A.H. Husares de Junín, Lima - Lima - San Martín de Porres.	
Equipo	HORNO ELECTRICO	
Marca (o Fabricante)	METROTEST	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
Modelo	MS-H1	
Número de Serie	833	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
Instrumento de Medición	TERMÓMETRO CONTROLADOR	
Marca	AUTONICS	
Modelo	TCN4S	
Alcance de Indicación	RT +5 °C a 200 °C	
Dív. de escala (Resoluc.)	1 °C	
Ubicación	LABORATORIO	
Lugar de Calibración	Mza. B Lote. 8 A.H. Husares de Junín, Lima - Lima - San Martín de Porres.	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
Fecha de Calibración	2023-04-11	

Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa según el PC-018, 2da. Ed. "Procedimiento Para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como medio Termostático".

Trazabilidad

Se utilizaron patrones calibrados de DM-INACAL, con certificados de calibración:

LT-142-2022; MT-0085-2022

Condiciones Ambientales

Temperatura ambiental : Inicial: 26.5 °C ; Final : 26.5 °C
Humedad Relativa ambiental: Inicial: 59 HR% ; Final : 59 HR%

Sello Fecha de emisión Jefe del laboratorio de calibración
Santiago Llontop R.



2023-04-17



- Anexo 7: Modelo de consentimiento o asentimiento informado UCV

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Castro Vega Jhonny Martin
 Institución donde labora : IMC
 Especialidad : Ing. Civil
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.
 Autor del instrumento: Morales Cradenas, Abraham Alejandro

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 47

20 de junio del 2023


 INGENIERIA MEDIOAMBIENTE & CONSTRUCCION S.A.C.
 ESPECIALISTA DE CALIDAD
 Jhonny Martin Castro Vega
 CIP: 167828

II. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Mariluz Silva, George Kevin

Institución donde labora : IMC

Especialidad : Ing. Civil

Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado,

Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.

Autor del instrumento: Morales Cradenas, Abraham Alejandro

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

46

20 de junio del 2023


GEORGE KEVIN
MARILUZ SILVA
Ingeniero Civil
CIP N° 280095

III. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Valverde Tarazona, Jhair Hugo

Institución donde labora : Municipalidad Distrital de Ventanilla

Especialidad : Ing. Civil

Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado,

Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.

Autor del instrumento: Morales Cradenas, Abraham Alejandro

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

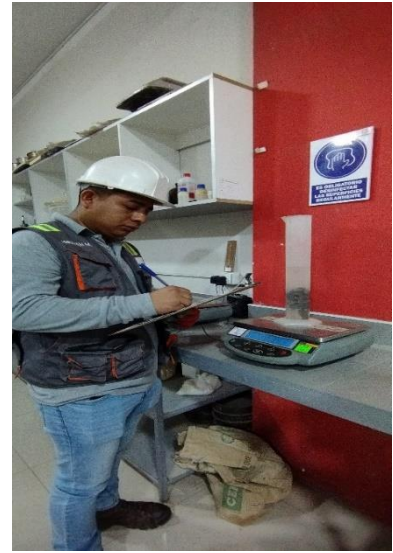
PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

20 de junio del 2023


JHAIR HUGO VALVERDE TARAZONA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 280102

- Anexo 7: Panel fotográfico

Propiedades Físicas del Agregado



Propiedades Físicas – Mecánicas



- Anexo 7: Recibo por honorario

WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C		BOLETA DE VENTA ELECTRONICA						
MZA. B LOTE. 8 A.H. HUSARES DE JUNIN		RUC: 20600357990						
SAN MARTIN DE PORRES - PROV. LIMA - LIMA		EB01-96						
Fecha de Vencimiento :								
Fecha de Emisión :	26/10/2023							
Señor(es) :	ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS							
DNI :	70987614							
Dirección del Cliente :	MZ B LOTE 25 AH COSTA AZUL							
	PACHACUTEC - VENTANILLA.							
	CALLAO							
Tipo de Moneda :	SOLES							
Observación :								
Cantidad	Unidad Medida	Código	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER	
1.00	UNIDAD	0000	ACESORIA DE DISEÑO DE CONCRETO Y ENSAYOS DE LABORATORIOS, PARA EL DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RÍGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN AV LA PLAYA, VENTANILLA - 2023	566.02	0.00	667.9036	0.00	
							Otros Cargos :	S/ 0.00
							Otros Tributos :	S/0.00
							ICBPER :	S/ 0.00
							Importe Total :	S/3500.00
				SON: SEISCIENTOS SESENTA Y SIETE Y 90/100 SOLES				
(*) Sin impuestos.				Op. Gravada :	S/ 2966.10			
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.				Op. Exonerada :	S/ 0.00			
				Op. Inafecta :	S/ 0.00			
				ISC :	S/ 0.00			
				IGV :	S/ 533.90			
				ICBPER :	S/ 0.00			
				Otros Cargos :	S/ 0.00			
				Otros Tributos :	S/ 0.00			
				Monto de Redondeo :	S/ 3500.00			
				Importe Total :				
<p><i>Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunaf.gob.pe, en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.</i></p>								



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS COMPLETA

LIMA, 19 de Diciembre del 2023

Siendo las 13:00 horas del 19/12/2023, el jurado evaluador se reunió para presenciar el acto de sustentación de Tesis Completa titulada: "Diseño y mejoramiento de pavimento rígido con fibra de sisal y residuo de mascarilla en Av. La playa, Ventanilla - 2023", presentado por el autor MORALES CARDENAS ABRAHAM ALEJANDRO egresado de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL.

Concluido el acto de exposición y defensa de Tesis Completa, el jurado luego de la deliberación sobre la sustentación, dictaminó:

Autor	Dictamen
ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS	(12)Aprobado

Se firma la presente para dejar constancia de lo mencionado

Firmado electrónicamente por:
JBENITESZL el 19 Dic 2023 12:15:21

JOSE LUIS BENITES ZUÑIGA
PRESIDENTE

Firmado electrónicamente por: RPINTOBA
el 19 Dic 2023 12:40:08

RAUL ANTONIO PINTO BARRANTES
SECRETARIO

Firmado electrónicamente por: LAVARGASV
el 19 Dic 2023 17:12:26

LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA
VOCAL(ASESOR)

Código documento Trilce: TRI - 0676667

* Para Pre y posgrado los rangos de dictamen se establecen en el Reglamento de trabajos conducentes a grados y títulos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Autorización de Publicación en Repositorio Institucional

Yo, MORALES CARDENAS ABRAHAM ALEJANDRO identificado con N° de Documento N° 70987614 (respectivamente), estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, autorizo (X), no autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi Tesis: "Diseño y mejoramiento de pavimento rígido con fibra de sisal y residuo de mascarilla en Av. La playa, Ventanilla - 2023".

En el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo, según está estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de NO autorización:

LIMA, 05 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
MORALES CARDENAS ABRAHAM ALEJANDRO DNI: 70987614 ORCID: 0000-0003-4507-3193	Firmado electrónicamente por: AMORALESCA el 05- 12-2023 10:22:38

Código documento Trilce: INV - 1474552



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Diseño y mejoramiento de pavimento rígido con fibra de sisal y residuo
de mascarilla en Av. La playa, Ventanilla - 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Morales Cardenas, Abraham Alejandro (0000-0003-4507-3193)

ASESOR:

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (0000-0001-4136-7189)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mi madre y hermanos que son el apoyo incondicional, el cual con su paciencia, voluntad y amor me han permitido alcanzar un sueño más. Gratitud infinita a la mejor madre, porque infundió en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía. Especialmente a Dios, por concederme este periodo tan importante de formación académica, quien en todo momento de nuestra vida me otorgó seguridad, sabiduría y me fortaleció como persona día a día para lograr todos mis objetivos.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y

ARQUITECTURA ESCUELA

PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Declaratoria de Autenticidad del
Asesor**

Yo, VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE

INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Diseño y mejoramiento de pavimento rígido con fibra de sisal y residuo de mascarilla en Av. La playa, Ventanilla - 2023", cuyo autor es MORALES CARDENAS ABRAHAM ALEJANDRO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 01 de Diciembre del

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO DNI: 09389936 ORCID: 0000-0002-4136-7189	Firmado electrónicamente por: LAVARGASV el 01- 12-2023 16:35:38

2023

Código documento Trilce: TRI - 0676668





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Declaratoria de Originalidad del
Autor**

Yo, MORALES CARDENAS ABRAHAM ALEJANDRO estudiante de la FACULTAD DE

INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño y mejoramiento de pavimento rígido con fibra de sisal y residuo de mascarilla en Av. La playa, Ventanilla - 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda citatextual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro gradoacadémico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, nicopiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
MORALES CARDENAS ABRAHAM ALEJANDRO DNI: 70987614 ORCID: 0000-0003-4507-3193	Firmado electrónicamente por: AMORALESCA el 05- 12-2023 10:22:33

Código documento Trilce: INV - 1474554



AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme la alegría de la vida y la inteligencia necesaria para afrontar todos los retos que se presentan. Agradecido por derramar sus bendiciones. A mi madre y hermanos, quienes son mi motor y motivo necesario para continuar superándome, por estar conmigo en cada momento y confiar en cada una de mis capacidades. A todos los docentes, que, por su paciencia, sus sabios consejos y continua preocupación han dejado una gran huella. De igual manera por todos los conocimientos transmitidos que me han permitido adquirir muchos conocimientos y así llegar a esta etapa de mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	ii
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/AUTORES	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS	vii
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	44
3.1 Tipo y Diseño de investigación	44
3.2 Variables y operacionalización.....	45
3.3 Población, Muestra y Muestreo.....	47
3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos.	49
3.5 Procedimiento	51
3.6 Método de análisis de datos	61
3.7 Aspectos éticos.....	62
IV. RESULTADOS.....	63
V. DISCUSIÓN.....	128
VI. CONCLUSIONES	147
VII. RECOMENDACIONES	150
REFERENCIAS.....	151
ANEXOS	157

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Propiedades Físicas del Polipropileno</i>	17
Tabla 2. <i>Propiedades Físicas de la Fibra de Sisal</i>	17
Tabla 3. <i>Constituyentes del cemento</i>	22
Tabla 4. <i>Límite de sustancias nocivas en el agregado grueso</i>	25
Tabla 5. <i>Valores aceptables para el agua utilizada en la mezcla y el curado según la norma NTP 339.088</i>	27
Tabla 6: <i>Clases de Mezclas según asentamiento</i>	29
Tabla 7: <i>Tipos de concreto según su peso unitario</i>	30
Tabla 8: <i>Contenido de Aire Atrapado</i>	30
Tabla 9. <i>Propiedades físicas de las fibras naturales</i>	35
Tabla 10. <i>Ensayos del material afirmado</i>	41
Tabla 11. <i>Distribución de pruebas para las propiedades físicas y mecánicas en función del número de ensayos</i>	48
Tabla 12. <i>Lista de Ensayos que se realizarán para la investigación</i>	50
Tabla 13. <i>Diseño de mezcla para cada porcentaje de fibra</i>	61
Tabla 14. <i>Cuadro de Codificación para las muestras</i>	64
Tabla 15. <i>Cuadro de Granulometrías del agregado fino</i>	65
Tabla 16. <i>Cuadro de Granulometría del agregado grueso</i>	66
Tabla 17. <i>Resultado del Contenido de humedad del agregado fino</i>	68
Tabla 18. <i>Resultado de Contenido de humedad del agregado grueso</i>	68
Tabla 19. <i>Resultado del Peso Unitario Suelto del agregado fino</i>	69
Tabla 20. <i>Resultado del Peso Unitario Compactado del agregado fino</i>	69
Tabla 21. <i>Resultado del Peso Unitario Suelto del agregado grueso</i>	70
Tabla 22. <i>Resultado del Peso Unitario Compactado del agregado grueso</i>	70
Tabla 23. <i>Resultado del Peso Específico y absorción del agregado fino</i>	71
Tabla 24. <i>Resultado del Peso Específico y absorción del agregado grueso</i>	71
Tabla 25. <i>Cuadro Resumen de los agregados</i>	72
Tabla 26. <i>Diseño de mezcla patrón $f'c=280$ kg/cm²</i>	72
Tabla 27. <i>Diseño de mezcla a 1% (0.25% Sisal + 0.75% Mascarilla)</i>	73
Tabla 28. <i>Diseño de mezcla a 1.5% (0.50% Sisal + 1.00% Mascarilla)</i>	73
Tabla 29. <i>Diseño de mezcla a 2.25% (0.75% Sisal + 1.5.% Mascarilla)</i>	73
Tabla 30. <i>Diseño de mezcla a 3% (1.00% Sisal + 2.00% Mascarilla)</i>	74

<i>Tabla 31. Resumen de los resultados de los asentamientos obtenidos</i>	75
<i>Tabla 32. Pesos unitarios del concreto obtenidos de cada dosificación</i>	78
<i>Tabla 33. Contenido de aire de cada dosificación</i>	81
<i>Tabla 34. Resistencia a Compresión a los 7 días</i>	84
<i>Tabla 35. Resistencia a Compresión a los 14 días</i>	86
<i>Tabla 36. Resistencia a Compresión a los 28 días</i>	88
<i>Tabla 37. Resistencia a Compresión a los 7,14 y 28 días</i>	90
<i>Tabla 38. Resistencia a la Tracción a los 7 días</i>	93
<i>Tabla 39. Resistencia a la Tracción a los 14 días</i>	95
<i>Tabla 40. Resistencia a la Tracción a los 28 días</i>	97
<i>Tabla 41. Resistencia a Tracción a los 7,14 y 28 días</i>	99
<i>Tabla 42. Resistencia a la Flexión a los 7 días</i>	101
<i>Tabla 43. Resistencia a la Flexión a los 14 días</i>	103
<i>Tabla 44. Resistencia a la Flexión a los 28 días</i>	105
<i>Tabla 45. Resistencia a la Flexión a los 7,14 y 28 días</i>	107
<i>Tabla 46. Influencia del asentamiento del concreto en cada dosificación</i>	109
<i>Tabla 47. Tasa anual de crecimiento de vehículos</i>	118
<i>Tabla 48. Factor de crecimiento acumulado</i>	118
<i>Tabla 49. Comparación de espesores según contenido de fibras</i>	124
<i>Tabla 50. Resultados Finales del Asentamiento según la investigación</i>	139
<i>Tabla 51. Resultados Finales del Peso Unitario según la investigación</i>	140
<i>Tabla 52. Resultados Finales del Contenido de Aire según la investigación</i>	141
<i>Tabla 53. Resultados Finales de la Resistencia a la Compresión según la investigación</i>	142
<i>Tabla 54. Resultados Finales de la Resistencia a la Tracción según la investigación</i>	143
<i>Tabla 55. Resultados Finales de la Resistencia a la Flexión según la investigación</i>	144

ÍNDICE DE FIGURA

<i>Figura 1. Tipos de Fibras Naturales</i>	14
<i>Figura 2. Fibras Naturales según su origen</i>	15
<i>Figura 3. Bloques de concreto con diferentes % de fibras vegetales</i>	15
<i>Figura 4. Implementación de HPPM en el Hormigón</i>	18
<i>Figura 5. Empleo de fibras de polipropileno en el concreto</i>	19
<i>Figura 6: Obtención de Ambas Fibras</i>	19
<i>Figura 7. Ciclo de vida de los materiales</i>	20
<i>Figura 8. Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto</i>	21
<i>Figura 9. Categorías de cemento Portland</i>	23
<i>Figura 10. Límites de granulometría del agregado grueso y fino</i>	24
<i>Figura 11: Fórmula para obtener el Módulo de Finura</i>	24
<i>Figura 12. Análisis del Agregado Grueso</i>	26
<i>Figura 13. Procedimiento de ensayo del Slump</i>	28
<i>Figura 14. Pruebas de resistencia a la compresión promedio en el laboratorio</i> ...	31
<i>Figura 15. Variedad de Fracturas al realizar ensayos a la compresión</i>	32
<i>Figura 16. Cargas sometidas a la probeta</i>	33
<i>Figura 17. Cargas empleadas en el ensayo de resistencia a flexión</i>	33
<i>Figura 18. Configuración característica de un pavimento rígido</i>	34
<i>Figura 19. Pavimentos Rígidos</i>	35
<i>Figura 20. Resistencia a la flexión con diferente % de carga de fibra</i>	36
<i>Figura 21. Proceso Constructivo del Pavimento Rígido</i>	37
<i>Figura 22. Formato de conteo de vehículos</i>	38
<i>Figura 23. Índice de servicio según su clasificación</i>	39
<i>Figura 24. Monograma AASHTO</i>	40
<i>Figura 25. Cuadro de Procedimiento para realizar</i>	52
<i>Figura 26. Ubicación de la Cantera Romaña</i>	53
<i>Figura 27. Secado de los Agregados</i>	54
<i>Figura 28. Tamiz del Agregado Grueso</i>	55
<i>Figura 29. Tamiz del Agregado Fino</i>	55
<i>Figura 30. Ensayo de Contenido de Humedad de los agregados</i>	56
<i>Figura 31. Ensayo de Peso Unitario y Compactado del agregado grueso</i>	56

<i>Figura 32. Ensayo del Peso Específico del agregado grueso</i>	<i>57</i>
<i>Figura 33. Ensayo del Peso Específico del agregado fino</i>	<i>57</i>
<i>Figura 34. Extracción de la Fibra Sisal.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 35. Recolección de Máscaras Quirúrgicas</i>	<i>59</i>
<i>Figura 36. Corte de la Fibra Sisal.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 37. Ficha Técnica del Cemento.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 38. Mapa de ubicación geográfica</i>	<i>63</i>
<i>Figura 39. Curva Granulométrica del agregado fino.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 40. Curva Granulométrica del agregado grueso</i>	<i>67</i>
<i>Figura 41. Ensayo del Slump del concreto.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 42. Gráfico de barras de los asentamientos obtenidos de cada dosificación</i>	<i>75</i>
<i>Figura 43. Medición del Concreto fresco.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 44. Pesos unitarios del concreto obtenidos de cada dosificación</i>	<i>78</i>
<i>Figura 45. Medición del contenido de aire en el concreto</i>	<i>80</i>
<i>Figura 46. Ensayos a Resistencia a Compresión.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 47. Gráfico de barras de la resistencia a compresión a los 7 días</i>	<i>85</i>
<i>Figura 48. Gráfico de barras de la resistencia a compresión a los 14 días</i>	<i>87</i>
<i>Figura 49. Gráfico de barras de la resistencia a compresión a los 28 días</i>	<i>89</i>
<i>Figura 50. Grafica de las resistencias a compresión a los 7,14 y 28 días.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 51. Ensayos a Resistencia a Tracción</i>	<i>92</i>
<i>Figura 52. Gráfico de barras de la resistencia a tracción a los 7 días.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 53. Gráfico de barras de la resistencia a tracción a los 14 días</i>	<i>96</i>
<i>Figura 54. Gráfico de barras de la resistencia a tracción a los 28 días</i>	<i>98</i>
<i>Figura 55. Grafica de las resistencias a tracción a los 7,14 y 28 días.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 56. Ensayo de resistencia a flexión.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 57. Gráfico de barras de la resistencia a flexión a los 7 días</i>	<i>102</i>
<i>Figura 58. Gráfico de barras de la resistencia a flexión a los 14 días</i>	<i>104</i>
<i>Figura 59. Gráfico de barras de la resistencia a flexión a los 28 días</i>	<i>106</i>
<i>Figura 60. Grafica de las resistencias a flexión a los 7,14 y 28 días</i>	<i>107</i>
<i>Figura 61. Influencia de la resistencia a compresión en cada dosificación</i>	<i>110</i>
<i>Figura 62. Influencia de la resistencia a Tracción en cada dosificación</i>	<i>112</i>
<i>Figura 63. Influencia de la resistencia a Flexión en cada dosificación</i>	<i>113</i>

<i>Figura 64. Mapa de ubicación de estaciones para conteo de vehículos</i>	<i>115</i>
<i>Figura 65. Ficha de conteo de vehículos.....</i>	<i>116</i>
<i>Figura 66. Factores de Distribución Direccional y de Carril.....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 67. Tasa de Crecimiento de vehículos</i>	<i>118</i>
<i>Figura 68. Relación de Cargas por Eje para Pavimentos Rígidos.....</i>	<i>119</i>
<i>Figura 69. Cálculo de ESAL</i>	<i>119</i>
<i>Figura 70. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 T</i>	<i>119</i>
<i>Figura 71. Confiabilidad y Desviación Estándar Normal</i>	<i>120</i>
<i>Figura 72. Error Estándar Combinado (So).....</i>	<i>120</i>
<i>Figura 73. Cuadro del índice de Serviciabilidad (Δ PSI).....</i>	<i>121</i>
<i>Figura 74. Requerimiento de CBR mínimo.....</i>	<i>121</i>
<i>Figura 75. Módulo de reacción de la subrasante.....</i>	<i>122</i>
<i>Figura 76. Requerimiento Mínimo para resistencia al concreto.....</i>	<i>123</i>
<i>Figura 77. Coeficiente de transferencia de carga.....</i>	<i>125</i>
<i>Figura 78. Coeficiente de drenaje</i>	<i>125</i>
<i>Figura 79. Memoria de Cálculo</i>	<i>126</i>
<i>Figura 80. Influencia de asentamientos de diferentes investigaciones.....</i>	<i>128</i>
<i>Figura 81. Influencia de Pesos Unitarios de diferentes investigaciones.....</i>	<i>130</i>
<i>Figura 82. Influencia de Contenido de Aire de diferentes autores.....</i>	<i>131</i>
<i>Figura 83. Influencia de resistencia a compresión de distintas investigaciones.</i>	<i>133</i>
<i>Figura 84. Influencia de resistencia a tracción de distintas investigaciones.....</i>	<i>135</i>
<i>Figura 85. Influencia de resistencia a flexión de distintas investigaciones.....</i>	<i>137</i>
<i>Figura 89. Estructura de pavimento recomendada para la tipología empleada .</i>	<i>146</i>

RESUMEN

Para esta investigación académica, se llevó a cabo un estudio con el objetivo de examinar el impacto de incorporar fibras de Sisal y Mascarilla quirúrgica (FS-MQ), en las características físicas y mecánicas del concreto y diseño en un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023. Se utilizó una metodología aplicada con un enfoque explicativo y cuantitativo, empleando un diseño experimental y cuasi experimental. El área de estudio cubrió una extensión de 1500 metros de la Av. La Playa. En las mezclas experimentales que incluyeron ambas fibras, solo las dosificaciones del 1% y 1.5% mostraron resistencias superiores a la mezcla de control. En contraste, las dosificaciones restantes tuvieron como resultado una disminución en su resistencias mecánicas; registrando valores de P+0.0% (280 *kg/cm²*, 32.30 *kg/cm²*, 59.00 *kg/cm²*), P+1.00% (310 *kg/cm²*, 38.55 *kg/cm²*, 62.77 *kg/cm²*), P+1.50% (295 *kg/cm²*, 38.10 *kg/cm²* , 61.44 *kg/cm²*), P+2.25% (264 *kg/cm²*, 28.20 *kg/cm²*, 54.20 *kg/cm²*) y P+3.00% (253 *kg/cm²*, 26.80 *kg/cm²*, 51.30 *kg/cm²*), además en sus propiedades físicas, incluyendo mediciones de slump, Olla Washington y peso unitario compactado variando en P+0.0% (4 1/2", 2.5%, 2373 *kg/cm³*), P+1.00% (4 1/3", 1.8%, 2363 *kg/cm³*), P+1.50% (4 1/7", 1.7%, 2356 *kg/cm³*), P+2.25% (3 3/4", 1.6%, 2325 *kg/cm³*) y P+3.00% (3 1/2", 1.6%, 2291 *kg/cm³*). También se llevaron a cabo pruebas para evaluar la segregación, exudación y permeabilidad, los cuales no revelaron inconvenientes debido a la naturaleza convencional del concreto. Para el diseño de pavimento, se determinó un número de ejes equivalente (ESAL) de 14,684,799, categorizándolo como tráfico tipo Tp11 y resultando en un espesor de losa de 23 cm con subbase granular de 15 cm. Las conclusiones indican que la adición de FS-MQ afecta en su manejabilidad decrece, se densifica y ligeramente baja el contenido de aire. Respecto a sus resistencias de FS-MQ influye superando al concreto utilizando al 1.00% (0.25 Fibra Sisal y 0.75 Mascarilla quirúrgica) para compresión, tracción y flexión, aumentando en porcentajes de 10.71%, 19.35%, 2.25% y 6.39% respectivamente.

Palabras Clave: Concreto, Pavimento Rígido, Fibra Sisal, Mascarilla Quirúrgica, Propiedades fisico-mecanico

ABSTRACT

For this academic research, a study was conducted with the goal of examining the impact of incorporating Sisal fibers and surgical mask material (FS-MQ) on the physical and mechanical characteristics of concrete and the design of rigid pavement on La Playa Avenue, Ventanilla - 2023. An applied methodology with an explanatory and quantitative approach was used, employing both experimental and quasi-experimental design. The study area covered an extent of 1500 meters of La Playa Avenue. In the experimental mixes that included both fibers, only the dosages of 1% and 1.5% showed strengths superior to the control mix. In contrast, the remaining dosages resulted in a decrease in their mechanical strengths; recording values of P+0.0% (280 kg/cm², 32.30 kg/cm², 59.00 kg/cm²), P+1.00% (310 kg/cm², 38.55 kg/cm², 62.77 kg/cm²), P+1.50% (295 kg/cm², 38.10 kg/cm², 61.44 kg/cm²), P+2.25% (264 kg/cm², 28.20 kg/cm², 54.20 kg/cm²) and P+3.00% (253 kg/cm², 26.80 kg/cm², 51.30 kg/cm²), as well as in their physical properties, including slump, Washington Pot, and compacted unit weight measurements varying in P+0.0% (4 1/2", 2.5%, 2373 kg/cm³), P+1.00% (4 1/3", 1.8%, 2363 kg/cm³), P+1.50% (4 1/7", 1.7%, 2356 kg/cm³), P+2.25% (3 3/4", 1.6%, 2325 kg/cm³) and P+3.00% (3 1/2", 1.6%, 2291 kg/cm³). Tests were also conducted to evaluate segregation, bleeding, and permeability, which revealed no issues due to the conventional nature of the concrete. For the pavement design, an equivalent axle load (ESAL) of 14,684,799 was determined, categorizing it as Tp11 type traffic, resulting in a slab thickness of 23 cm with a granular subbase of 15 cm. The conclusions indicate that the addition of FS-MQ affects its manageability by decreasing, densifying, and slightly reducing air content. Regarding the resistances, FS-MQ has an influence surpassing the concrete using 1.00% (0.25 Sisal Fiber and 0.75 Surgical Mask) for compression, traction, and flexion, increasing in percentages of 10.71%, 19.35%, 2.25%, and 6.39% respectively.

Keywords: Concrete, Rigid Pavement, Sisal Fiber, Surgical Mask, Physico-mechanical Properties.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, La creciente demanda global de soluciones sostenibles en el dominio de la construcción ha revolucionado la indagación de posibilidades viables con el propósito de perfeccionar la eficiencia y durabilidad de los materiales de construcción, en particular, el concreto. Dentro de esta búsqueda, la adición de fibras naturales y residuos reciclados al concreto ha emergido como una estrategia prometedora obteniendo buenos atributos físico-mecánicos, de forma simultánea se aborda la reducción del daño ambiental asociado con la producción de concreto. Diferentes investigaciones han demostrado que las fibras de sisal y los residuos de mascarillas quirúrgicas, particularmente las que contienen polipropileno, presentan propiedades físicas y mecánicas que podrían contribuir de manera significativa a las características del concreto en los pavimentos rígidos. Las fibras de sisal son reconocidas por su alta resistencia a la tracción, biodegradabilidad, resistencia al ataque de microorganismos y buena adherencia al concreto (ACOSTA, y otros, 2022, pág. 3). Estas propiedades hacen que las fibras de sisal sean un refuerzo potencialmente efectivo para el concreto, mejorando su resistencia y durabilidad. Por otro lado, los residuos de mascarillas quirúrgicas, particularmente aquellas fabricadas con polipropileno, presentan propiedades físicas y mecánicas que también pueden ser útiles en la construcción con concreto. El polipropileno es hecho por mano del hombre capaz de soportar desgaste al estirarse y tensiones, resistencia a la mayoría de los ácidos y álcalis, y excelente estabilidad dimensional (LUNA, y otros, 2021, pág. 5). Cuando estas fibras se incorporan en el concreto, pueden mejorar su resistencia al impacto, a la fractura y a la fisuración. La combinación de estas dos adiciones la fibra de sisal y los residuos de máscaras quirúrgicas de polipropileno en la producción de concreto para pavimentos rígidos es una dirección de investigación emergente y que tiene el potencial de aportar beneficios sustanciales tanto en términos de desarrollo de los atributos del concreto como de sostenibilidad ambiental. La fibra de sisal y los residuos de mascarillas quirúrgicas también tienen el potencial de optimizar la resiliencia de los pavimentos frente a condiciones climáticas adversas, como el calor extremo y las inundaciones (IDREES, y otros, 2022 pág. 1810) . Sin embargo, la falta de estudios sobre la interacción de estos materiales con los ingredientes tradicionales del concreto, así como su efecto en la resistencia y la durabilidad del pavimento, son áreas que aún

requieren investigación. Por lo tanto, la incorporación exitosa de la fibra de sisal y los residuos de mascarillas quirúrgicas en la construcción de pavimentos rígidos requerirá un enfoque multidisciplinario que combine la investigación de materiales, la ingeniería civil y la sostenibilidad. Este estudio se propone contribuir a este esfuerzo, proporcionando evidencia empírica sobre las propiedades y el rendimiento de los pavimentos rígidos con estos materiales adicionados, y estableciendo un marco para su uso en la práctica de la construcción de carreteras.

A nivel nacional, es crucial abordar la infraestructura vial es un tema de gran importancia. De acuerdo con el (MTC, 2021, pág. 7) “existe desde tiempos históricos de indagar en nuevas tecnologías que ayuden en la mejora de las carreteras para garantizar una movilidad segura y eficiente”. Sin embargo, la construcción y el mantenimiento de los pavimentos implican un elevado consumo de recursos y pueden tener un impacto medioambiental significativo. Al mismo tiempo, el país se enfrenta al reto de gestionar adecuadamente sus residuos. De acuerdo con el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2020, pág. 44) “las personas generar altos volúmenes de desperdicios hechos por ellos mismos, incluyendo las mascarillas quirúrgicas, que a menudo terminan en vertederos o en el medio ambiente debido a la falta de infraestructuras de reciclaje eficientes”. En este contexto, la posibilidad de reutilizar la fibra de sisal y los residuos de mascarillas quirúrgicas en la construcción de pavimentos rígidos representa una oportunidad para abordar ambas problemáticas. No sólo podría mejorar las propiedades de los pavimentos, sino que también permitiría dar un valor añadido a los residuos que de otro modo serían desechados, alineándose con los objetivos de sostenibilidad y economía circular promovidos por el MINAM.

En el ámbito local, la Avenida La Playa Ventanilla constituye un ejemplo de una vía que requiere una atención especial debido a su importancia estratégica para la movilidad urbana, el traslado de mercancías y ciudadanos en el área. Además, esta avenida se encuentra expuesta a factores climáticos singulares, como la humedad y la salinidad propia del entorno costero, lo que plantea la necesidad de desarrollar un pavimento rígido que sea resistente a estos factores. En este contexto, la investigación y aplicación de fibras de sisal y residuos de polipropileno, derivados

de las mascarillas quirúrgicas, se realizarán en la Avenida La Playa Ventanilla podrían contribuir a elevar los estándares y la durabilidad del sistema vial, beneficiando potenciar la integridad de los habitantes que residen en el lugar y la economía regional.

A partir de explicado anteriormente, se propone la problemática: ¿Cómo influye la adición de fibra de sisal y mascarillas en las propiedades físico - mecánicas y en el diseño de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla – 2023? De manera similar se presentan los problemas específicos: ¿Cómo influye la adición de fibra de sisal y mascarillas en las propiedades físicas de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023?, ¿Cómo influye la adición de fibra Sisal y mascarilla en las propiedades mecánicas de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023?, ¿La dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarilla influye en las propiedades físicas y mecánicas del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla – 2023?, ¿Cómo influye la adición de fibra Sisal y mascarilla en el diseño de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023?

La justificación de esta investigación se apoya en diversos aspectos. Desde una justificación teórica, se busca la incorporación de nuevas fuentes de refuerzo, como las fibras de sisal y los residuos de mascarillas, donde se determinará una dosificación óptima generando losas de concreto teniendo en cuenta la adición de ambas fibras, además, la investigación buscará llenar vacíos en la comprensión teórica de cómo estos materiales alternativos interactúan y afectan las propiedades del concreto, proporcionando así una base sólida para futuras investigaciones y desarrollos en esta área. Se tiene una justificación metodológica, toma como punto clave del estudio adoptando un diseño experimental detallado que generará nuevos datos y conocimientos acerca de cómo se obtiene nuevos atributos a la dosificación adicionando filamentos de sisal y residuos de mascarillas. Esto no solo proporcionará información valiosa para esta investigación en particular, sino que también establecerá un precedente metodológico para futuros estudios en este campo. La precisión y el rigor del enfoque metodológico permitirán un análisis sistemático de cómo los diferentes porcentajes de estas fibras promueven así esta

generación de hallazgos científicamente sólidos y reproducibles. En una justificación técnica, la investigación puede abrir puertas a nuevas posibilidades generando proyectos de elaboración de losas de concreto en carreteras. Aprovechar los residuos de mascarillas para la producción de concreto puede brindar una solución efectiva a la problemática de su eliminación, a la vez que se potencian las propiedades de los pavimentos. Considerando una justificación Social, la propuesta de reutilizar residuos de mascarillas contribuirá a disminuir la cantidad de estos desechos que se acumulan en los vertederos. Por otro lado, al impulsar la calidad de los pavimentos, se pueden mejorar la garantía de un entorno seguro y agradable para los usuarios de las carreteras. La justificación económica, el uso de residuos de mascarillas y fibras de sisal en la producción de concreto favorece a economizar la construcción, ya que estos materiales son relativamente baratos en comparación con otros tipos de refuerzo. Además, la mejora puede resultar en menores costos de mantenimiento y reparación a largo plazo. Por último, la justificación ambiental de la investigación es incuestionable. Para aprovechar los residuos de mascarillas en la producción de concreto representa una estrategia de reciclaje que puede contribuir a la gestión sostenible de estos residuos. Además, el uso de fibras de sisal, que son biodegradables y provienen de una fuente renovable, también es coherente con los principios de la construcción sostenible.

Este estudio tiene como objetivo general: Evaluar la influencia en las propiedades físico - mecánicas al añadir fibras de sisal y mascarillas en el diseño en un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023. Para lograrlo, se establecen los objetivos específicos que guiarán el desarrollo del estudio. Determinar cómo influye añadir fibras sisal y mascarillas en las propiedades físicas de un pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla – 2023, Determinar cómo influye añadir fibras de Sisal y Mascarillas Quirúrgicas en las propiedades mecánicas del pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla, en el año 2023, Determinar la influencia de la dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarilla influye en las propiedades físicas y mecánicas del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla – 2023, Determinar la influencia de la dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarilla en el diseño del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla - 2023. Esta propuesta buscará adaptarse a las condiciones

particulares del entorno y atender las demandas de los usuarios, contribuyendo a mejorar el nivel de una infraestructura vial y, por ende, a la comunidad local otorgarles un bienestar conforme.

La hipótesis general de este estudio postula que: La adición de fibras de sisal y mascarillas influye positivamente en las propiedades físico - mecánicas y diseño de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla – 2023. A partir de esta hipótesis general, se derivan las hipótesis específicas que abordan aspectos más concretos del problema. Plantean que: La adición de fibras sisal y mascarillas influye en las propiedades físicas del pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla – 2023, La adición de fibras de sisal y mascarilla influye en las propiedades mecánicas del pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla – 2023, La dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarillas influye en las propiedades físicas y mecánicas del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla – 2023, La adición de fibras de sisal y mascarillas influye en el diseño del pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla – 2023. De esta forma, se busca desarrollar una solución que cumpla la necesidad del usuario y promueva el bienestar de la comunidad local.

II. MARCO TEÓRICO

Se revisarán diversas investigaciones que han abordado esta temática, analizando los hallazgos alcanzados y las conclusiones derivadas, buscando entender la influencia de estas fibras en la calidad y durabilidad de los pavimentos rígidos.

En los antecedentes internacionales tenemos la investigación de (AAL, y otros, 2023), tuvo como objetivo principal de examinar los residuos de polipropileno, específicamente provenientes de las máscaras quirúrgicas (HPPM), para optimizar la durabilidad y que atributos ayudan al hormigón utilizado en pavimentos rígidos, aplicando cierta metodología de naturaleza experimental con un enfoque cuantitativo y aplicada, donde se implementaron 6 combinaciones de mezclas con adición de fibras de HPPM entre rangos que oscilan entre el 0% y el 2.5% en volumen para estudiar el efecto que pueda causar a las características del hormigón, desde la trabajabilidad hasta soportar cargas impacto, resistencia abrasivas, capacidad de absorción, porosidad, penetración del agua y permeabilidad. Los resultados del estudio arrojaron hallazgos notables. Se encontró que incorporando hormigón poseía un 2% de fibras de HPPM se obtuvo incrementos significativos a la compresión uniaxial (UCS) de 13.68%, y en la fuerza flexible (FS) de 33.4%. Además, la absorción de agua del concreto disminuyó entre un 25% y un 36% con la adición de 0.5 a 2.5% de HPPM. La conclusión de este estudio apuntó a la viabilidad de utilizar fibras de HPPM en la producción de pavimentos. Este enfoque no solo permite la reutilización de desechos generados durante la pandemia, sino que también contribuye a la producción de un material de construcción eco-amigable y comprometido con la sostenibilidad.

Continuando con los antecedentes internacionales, (JAMSHAD, y otros, 2022,) , su objetivo general fue explorar las características mecánicas del pavimento rígido aplicando fibras celulósicas naturales, incluyendo yute, sisal, caña de azúcar y coco. En su metodología, aplicaron un diseño experimental en el que cada tipo siendo material textil, con dimensiones promedio de 30 mm, se mezcló con una matriz de concreto en proporciones que variaban del 0.5% al 3% en masa. Este enfoque les permitió controlar y variar la cantidad de fibra que se incorporaba en el hormigón, permitiéndoles observar de manera precisa los efectos de dicha variación. Los resultados obtenidos por su equipo indicaron que cuando se realiza el ensayo a compresión aumenta cada carga de fibra hasta un 2% con fibras de

yute y sisal incrementado de aproximadamente un 20.2% y un 11.9% respectivamente. Si vemos los otros ensayos como el de tracción indica incrementos de hasta 137.7% para fibras de yute, 103.8% para sisal, 73.6% para coco, y 34% para caña de azúcar al variar los porcentajes de fibras hasta el 2%. Además, al evaluar el ensayo por flexión incorporando las fibras naturales incrementó al aumentar la carga de fibra hasta el 1.5%, aunque este valor disminuyó para cargas superiores. Al 1.5%, analizaron que para el mismo ensayo era máxima para el hormigón reforzado con fibra de yute (0.369 MPa), seguido del hormigón a base de sisal (0.291 MPa), coco (0.254 MPa) y el hormigón reforzado con sustancia vegetal derivado de la caña de azúcar (0.246 MPa). Finalmente, concluyeron que el hormigón reforzado con fibras naturales puede ser utilizado comercialmente para pavimentos rígidos, posicionándose como un material de construcción sostenible para el futuro.

Continuando con la línea de investigación (Saberian, y otros, 2021), tuvo como objetivo general proponer una solución innovadora que implica la reutilización de las mascarillas quirúrgicas usadas, abundantes en derivados de polipropileno, en aplicaciones de construcción civil, concretamente en las bases y subbases de pavimentos rígidos. La metodología empleada por los investigadores se caracteriza por su enfoque experimental y cuantitativo. Se diseñaron y ejecutaron una serie de experimentos en los que se incorporaron diferentes porcentajes (1%, 2% y 3%) de mascarillas faciales trituradas (SFM) en el concreto reciclado (RCA). Las mezclas resultantes se evaluaron a través de compactación modificada, resistencia a la compresión no confinada y módulo elástico con el objetivo de evaluar su viabilidad y rendimiento en condiciones de aplicación real. La prueba de compactación Proctor modificada, evidencia el incremento en el Contenido de Humedad Óptimo (OMC), que pasó de 11.99% a 13.56% con la inclusión de 0 a 3% de SFM. Paralelamente, la Densidad Seca Máxima (MDD) se redujo de 2.16 a 2.01 Mg/m³. Durante las pruebas de resistencia a la compresión no confinada (UCS), el material que contenían un 1% de SFM mostraron un incremento del 17% en compresión, pasando de 185 a 216 kPa. Sin embargo, al incrementar la proporción de SFM a 2% y 3%, a compresión tuvo valores bajos con 204 kPa y 178 kPa, respectivamente. Por último, los resultados del módulo resiliente (Mr) también revelaron que la

inclusión de 1% de SFM proporcionó el valor más alto, con 314.35 MPa. En conclusión, los investigadores ponen en evidencia que el reciclaje y la reutilización de las mascarillas faciales usadas en la construcción civil es no solo factible, sino altamente beneficioso.

Después de explorar los antecedentes internacionales, es relevante poner en relieve las investigaciones efectuadas en el ámbito nacional. En este sentido, los autores (CAMACHO, y otros, 2022) tuvieron como objetivo general incrementar las propiedades del concreto a través de tres clases de fibras procedentes de plástico reciclado: Polietileno de baja densidad, tereftalato de polietileno y polipropileno. El fin de esta integración fue optimizar el rendimiento y el diseño del pavimento rígido. Con ello se enfocó en una metodología tipo experimental y cuantitativo, ya que se basó en la incorporación de diversos filamentos de origen plástico en varias dosificaciones al concreto, y posteriormente, evaluar cada propiedad mecánica a las muestras. Esto permitió optimizar tanto el espesor de la losa como los costos asociados a la edificación de un sistema vial. Al reforzar el concreto con fibras de PET a una proporción de 2kg/m³, este aumentó el ensayo a flexión en un 20% y un 12.56% a compresión, en contraste con el grupo patrón. Con fibras de polipropileno a 0.65kg/m³, se logró un aumento en ensayos a compresión de un 6.09% y a la flexión de un 22.07%. Sin embargo, el polietileno con poca abundancia a 0.8kg/m³ mostró valores bajo a un 1.8% a compresión, aunque mejoró la resistencia a la flexión en un 2.11%. Concluyeron que el tereftalato de polietileno (PET) con muestras donde el 2 kg/m³ mejora atributos del concreto a la flexión en un 20% y en un 12.56%, viendo la diferencia con el grupo patrón (concreto sin adición de fibras), por otro lado, el polipropileno a una dosificación de 0.65 kg/m³ incrementa a la flexión en 22.07% y la compresión del concreto en 6.09%.

Otras investigaciones como (VARGAS, y otros, 2020) plantearon como objetivo evaluar el impacto entre fibras sintética recicladas en ensayos que puedan soportar a la deformación aplicado sobre losas de concreto en carreteras. Para ello emplearon una metodología de revisión y análisis de investigaciones previas, tanto nacionales como internacionales, seguido de diversos estudios cuantitativos de la información recabada donde las pruebas de ensayo a la flexión al compuesto de

cemento en los estudios revisados. Buscaban ofrecer una solución para mejorar la resistencia a la flexión y minimizar la fisuración en las muestras, con el objetivo de lograr pavimentos de concreto que satisfagan las normas de servicio. Los resultados revelaron para flexión del concreto hidráulico puede aumentar en 18% con macrofibras de polipropileno (5 Kg/m³), un 37% con fibras de acero (37 Kg/m³), y un 12% con microfibras de polipropileno (0.45 Kg/m³). Sin embargo, dosis más altas redujeron su resistencia. En conclusión, demostraron que, si integramos fibras, ya sean de acero o de polipropileno, puede mejorar significativamente el ensayo a flexión del concreto en carreteras viales. También señalaron que existe una dosificación óptima para cada tipo, y que incrementar la dosificación más allá del punto óptimo no genera mejoras en ensayos que soporten la deformación.

Siguiendo esta tendencia con explorar las aplicaciones tanto residuos de polipropileno como fibras naturales aplicados al pavimento rígido, la investigación de (CHINCHAY, y otros, 2022) tuvo como principal objetivo determinar si el yute era superior para mejorar estas propiedades en comparación con la fibra de sisal, para ejecutar este estudio, se implementó una metodología de tipo hipotético deductivo y a nivel correlacional. Se produjeron 162 muestras y aparte 5 pies cúbicos de concreto, entre ellos en probetas y vigas para respectivos ensayos. Como resultado de su indagación, mostraron que la consistencia del hormigón con la incorporación de fibra de sisal era similar al concreto patrón, que presentó un slump (medida de la consistencia o fluidez) de 4.9 pulgadas. Sin embargo, al evaluar cuanto pesa por volumen el hormigón, se descubrió que la incorporación del material textil al hormigón mantenía esta propiedad física dentro de los límites de un hormigón convencional, es decir, superior a 2200 kg/m³ e inferior a 2400 kg/m³. Al evaluar su $f'c$, se destacó el desempeño de 0.25% de sisal (3 cm), que alcanzó un valor de 378.70 kg/cm², equivaliendo su mejoramiento con valores cerca al 41% con relación al grupo base. Por otro lado, el yute (5cm) y un porcentaje del 0.1% mostró una influencia mínima, resultando una resistencia al colapso de 48.05 kg/cm², en lo que concierne al concreto base mejoras con valores al 2.775%. En conclusión, el estudio determinó que la fibra con mayor rendimiento son los filamentos de sisal al concreto, ya que demostró tener una incidencia mayor en los atributos físico-mecánicos hormigón evaluadas.

Building on the previous body of work exploring the applications of polypropylene fibers in concrete, it is noteworthy that this line of inquiry extends beyond Spanish-speaking research circles. Indeed, valuable insights have also been unearthed in English-language studies. One such significant contribution is the study by (IDREES, y otros, 2022) aimed to find an ingenious and environmentally friendly solution for recycling disposable face masks, the production and use of experienced a significant rise during the COVID-19 pandemic. Moreover, she aimed to assess the mechanical characteristics and longevity of concrete when these mask wastes are included. Her methodology adopted employed a quasi-experimental design and was implemented on a set of 24 concrete cylinders and 6 cubes. The results revealed that adding 0.5% of crushed masks to the concrete increased the compression strength by 8.3%, though it reduced the tensile strength by 13.4%. However, when mask fibers were included at 1% of the concrete volume, the mechanical properties were optimized, increasing the compression and tensile strength by 17.9% and 23.3% severally. In conclusion, the durability of concrete improves with the addition of waste mask fibers in a range from 0 to 1.5%, with 1% being the optimal value. Crushed masks at 0.5% also demonstrated effectiveness in augmenting the concrete's water resistance. This study demonstrates that mask waste, which is contributing to global pollution, can be used sustainably in the construction of greener infrastructures.

This study therefore highlights the potential and versatility of polypropylene fibers to improve the properties of concrete, confirming similar results to Spanish studies. (NARAGANTI, 2021) extensively discussed the potential of fiber cement composites in his research. The aims of the Naraganti study was to investigate the durability of sisal fiber reinforced concrete (SFRC) and sisal steel fiber reinforced concrete (SSFRC), two promising applications that have not been previously reported. In particular, these fiber-cement composites have been evaluated in the study water absorption, rapid chloride permeability and resistance to acid attack. Regarding the methodology, Naraganti used an experimental approach and used steel, polypropylene and sisal fibers in different amounts (0.50%, 1.00%, 1.25% and 1.50%) in the concrete mixtures. The concrete was then tested for water absorption, rapid chloride permeability, and resistance to acid attack. The results showed that with 1.50% sisal content in SFRC, water absorption increased by 76%, while it

decreased to 30%. For SSFRC with 0.2% sisal content. SFRC and SSFRC had percent increases of 1.69% and 2.09%, respectively. However, SFRC had the highest volume loss at 6.52%, which indicates that SSFRC exhibited greater resistance to mass loss and loss of compressive strength. In conclusion, Naraganti found that untreated sisal in any form was not beneficial for durable fiber reinforced concrete structures.

This suggests that while certain fibers can improve the durability of concrete, the specific type of fiber and its processing play a key role. Extension of the research done (HUSSAIN, y otros, 2020) aimed to explore the effects of various fiber reinforcements on the mechanical traits of both regular and high-strength concrete, as well as to assess the design thickness of jointed plain concrete pavement under identical traffic load circumstances. Their methodology was of a qualitative approach, employing an experimental design of the quasi-experimental level, with a sample of 9 cylinders. The results drawn were that with a volume fraction of 1% of steel, polypropylene, and glass fiber increased the compressive strength of normal strength concrete (NSC) by 9.6%, 5.0%, and 6.9%, respectively. Similarly, in high strength concrete (HSC), improvements of 11.5%, 3.3%, and 9.5% is achieved. In addition, the flexural strength of NSC and HSC increases in a range from 22.6% to 55.8%, depending on the type of fiber used. Residual strength also benefits, especially with steel fiber, which supports between 27% and 32% of the load after the peak of tension. Finally, the thickness of the concrete pavement could be decreased by up to 35% with the inclusion of steel fiber, suggesting considerable optimization in the design of concrete structures. The conclusions of the study's findings highlighted that although steel fibers were superior in minimizing design thickness compared to polypropylene and glass fibers, a cost-benefit evaluation suggests that concretes fortified with steel fiber are not cost-effective in comparison to concretes strengthened with glass fiber and polypropylene when considering the same load bearing capability.

Siguiendo la línea de artículos de investigación de los estudios anteriores, (ACOSTA, y otros, 2022,), se basó primero en su objetivo principal era explorar la influencia de estas fibras, tanto naturales como sintéticas, buscando la influencia

de los atributos del pavimento rígido. La metodología que emplearon fue de carácter aplicado y de diseño cuasi experimental, con un conjunto de muestras constituido por 25 probetas. Los resultados de su estudio señalaron que la presencia de fibras de sisal puede mejorar en soportar al aplastamiento aproximadamente un 6%, mientras que ensayos a tracción aproximadamente cerca al 4%, en comparación con el concreto sin refuerzo. El concreto con polipropileno, en cambio, presentó propiedades prácticamente con una diferencia del 2% en ambas resistencias. De las dos fibras investigadas, concluyeron que la fibra de sisal mostró resultados más prometedores, sugiriendo que las fibras naturales pueden ser una alternativa más sostenible a las fibras plásticas.

Siguiendo la investigación de (BHARATHI, y otros, 2021) enfocó su atención en la búsqueda de alternativas a las fibras sintéticas tradicionales. El objetivo general es explorar el uso de fibras naturales, específicamente fibras de plátano y sisal, como refuerzos para la evaluación de un pavimento rígido, variando el nivel de fibras en el hormigón. En su metodología, fue de carácter aplicado y de diseño cuasi experimental, donde incluyó la incorporación de estas fibras naturales en varias proporciones (0%, 0.5%, 1%, 1.5%, y 2%) en concreto de grado M25. Los materiales resultantes se moldearon utilizando cemento Portland ordinario (grado 53). Los resultados de la investigación mostraron que al aplicarlo con dicha fibra natural su f_c fue de 26.5N/mm^2 a los 7 días y 35.55N/mm^2 a los 28 días, en comparación con el concreto no reforzado que fue de 19.78N/mm^2 y 29.91N/mm^2 , respectivamente. En cuanto a el sisal, su f_c fue de 19.41N/mm^2 a los 7 días y 35.36N/mm^2 a los 28 días, comparado con el concreto no reforzado que fue de 16.88N/mm^2 y 32.13N/mm^2 , respectivamente. Para la resistencia a la tensión, la integración de 1% de fibra de plátano resultó en 2.95N/mm^2 a los 7 días y 3.81N/mm^2 a los 28 días, en comparación con el concreto no reforzado de 1.83N/mm^2 y 3.1N/mm^2 , respectivamente. En el caso de la fibra de sisal, se obtuvo 4.07N/mm^2 a los 7 días y 5.6N/mm^2 a los 28 días, frente al concreto no reforzado de 2.86N/mm^2 y 4.4N/mm^2 , respectivamente. En términos donde se pueda soportar deformaciones, la adición de 1% de fibra de plátano resultó 4.07N/mm^2 a los 7 días y 6.77N/mm^2 a los 28 días, en comparación con el concreto no reforzado de 3.1N/mm^2 y 5N/mm^2 , respectivamente. Mientras que, con la fibra de sisal, se logró

4.36N/mm² a los 7 días y 5.12N/mm² a los 28 días, en comparación con el concreto no reforzado de 2.6N/mm² y 3.94N/mm², respectivamente. Llegaron a la conclusión que las fibras naturales de plátano y sisal pueden ser efectivamente utilizadas como refuerzos en materiales compuestos, lo cual tiene implicaciones significativas para el desarrollo de métodos de construcción más sostenibles y eficientes.

Por otro lado, (PRAKASH, y otros, 2019), tuvo como objetivo investigar el impacto de la incorporación de fibras de polipropileno en el concreto ecológico, fabricado utilizando ceniza volante (un subproducto industrial) como sustituto parcial del cemento, y cáscaras de coco (un residuo agrícola) como agregados gruesos. Ellos aplicaron una metodología de enfoque aplicativo y cuasi experimental, utilizando un total de 30 cilindros como muestra. Los resultados obtenidos muestran un incremento leve pero significativo en soportar aplastamiento CS dentro de un mes, tras la integración de dichas fibras sintéticas, alcanzando valores máximos al aplastamiento de 36,8 MPa y 40,4 MPa con una incorporación de fibras del 0,5% en las mezclas CSF y CSP, respectivamente. Además, pudo observarse valores altos al ensayo a tracción, llegando a un máximo del 24% agregándole el 0,5% de fibras de polipropileno a la mezcla CSP. Por otro lado, la resistencia a la flexión, se observaron incrementos de hasta el 30% y 22% para las mezclas CSF y CSP, respectivamente, con la misma proporción de fibras de polipropileno. Como conclusión, el estudio sugiere que las fibras de polipropileno pueden ser incorporadas de forma efectiva en el hormigón elaborado con cáscaras de coco, logrando así mejorar las propiedades mecánicas del material resultante.

Después de haber explorado los antecedentes tanto internacionales como nacionales, más específicamente, en la utilización de fibras de sisal y polipropileno para potenciar las características del hormigón, es crucial adoptar bases teóricas para comprender aún más estas variables y dimensiones.

Fibras de Refuerzo, son materiales que poseen características físicas como un pequeño diámetro y una longitud discontinua que se adiciona al hormigón con la intención de mejorar ciertos atributos de éste. Cada uno están dividido en dos: fibras naturales y sintéticas como pueden ser de acero, vidrio, polipropileno,

polietileno, entre otros materiales, y se utilizan para aumentar su durabilidad y mejorar otras propiedades.



Figura 1. Tipos de Fibras Naturales

Fuente: (ARROYO, 2003, pág. 2)

Fibras Naturales: Las fibras naturales, derivadas de plantas, animales y minerales, como se puede apreciar en la figura 2, son materiales ecológicos, renovables y de bajo costo, que poseen características físicas como ligereza y alta relación superficie/volumen, y ensayos a la tracción y flexibilidad. Para el sector constructivo, se incorporan al hormigón para mejorar su habilidad para soportar la generación de fisuras, ensayos de tracción y al impacto, dando lugar a lo que se conoce como concreto reforzado con fibras naturales, aunque su utilización también presenta desafíos como garantizar una buena adhesión a la matriz de concreto y su protección contra la degradación por humedad.

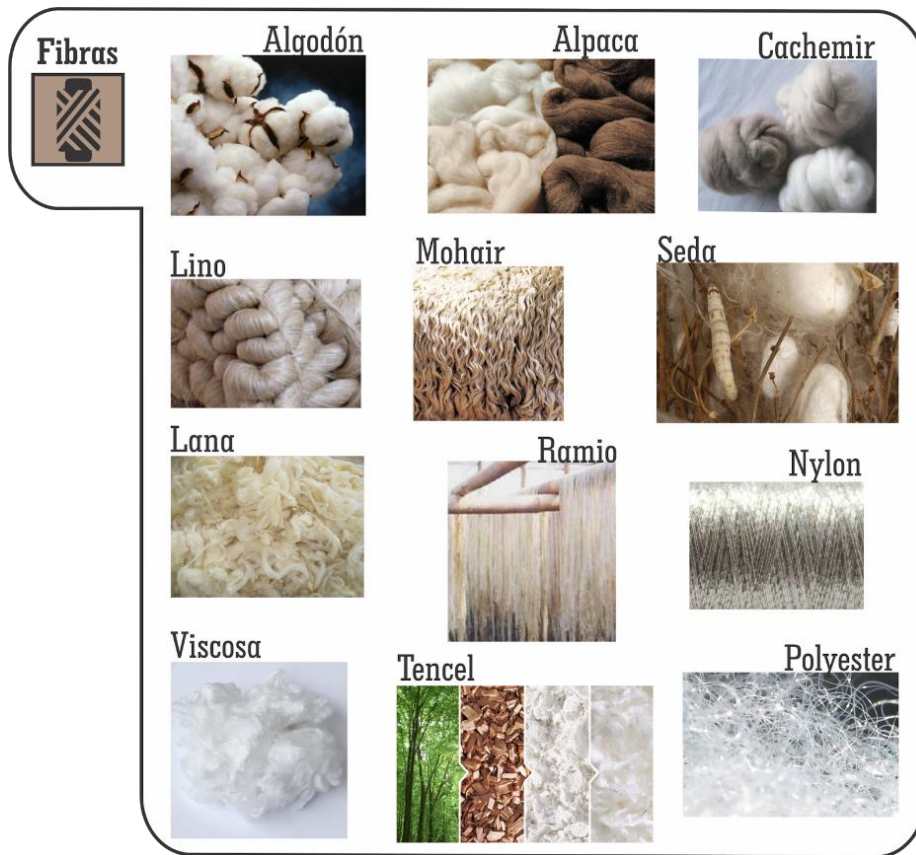


Figura 2. Fibras Naturales según su origen

Fuente: (Dhanabalan, y otros, 2014, págs. 29-34)

La incorporación de fibras de sisal ha demostrado mejorar su capacidad de soportar la fisuración por contracción, incrementando su propiedad de soportar al impacto y la durabilidad del concreto (Filho, y otros, 2005 págs. 537-546)



Figura 3. Bloques de concreto con diferentes % de fibras vegetables

Fuente: (JAMSHAID, y otros, 2022,)

Fibras en el concreto: Al incluir mascarillas, derivadas de fibras sintéticas que se incorporan al concreto mejoran sus atributos físico-mecánicos. La introducción de estas fibras en el material de construcción tiene múltiples beneficios, que se describen a continuación junto con una estimación aproximada de la mejora que pueden proporcionar:

Ductilidad: La ductilidad se entiende como la habilidad del concreto que cambia su forma sin romperse bajo tensión. Las fibras de polipropileno pueden aumentar la ductilidad del concreto en un 1 - 18%, dependiendo de la proporción de fibra en la mezcla. Resistencia a la fatiga: Esta tiene la habilidad de soportar la fractura bajo cargas repetidas. Los filamentos de polipropileno pueden mejorar su soporte a la fatiga del concreto en un 20-40%, al proporcionar un refuerzo distribuido uniformemente que ayuda a retrasar la propagación de fisuras. (AAL, y otros, 2023 pág. 8)

Resistencia a la fuerza cortante: pueden aumentar la resistencia a la fuerza cortante del material cementante en un 15-30%. Las fibras actúan como una especie de "anclaje", lo que ayuda a prevenir el deslizamiento y la separación de las capas de concreto bajo cargas cortantes. (ACOSTA, y otros, 2022, págs. 6-8)

Resistencia al impacto: Posee la habilidad de soportar cargas de impacto, como las causadas por golpes o caídas de objetos. El material fibroso sintético puede mejorar el soporte al impacto del concreto en un 50-100%. Resistencia a la abrasión: Posee la destreza de aguantar el desgaste superficial inducido por el roce o el raspado. Si se adiciona este filamento puede adicionarse la capacidad de soportar la abrasión del concreto en un 1-10%. (AAL, y otros, 2023 págs. 9-12)

De las características de las fibras que se usarán para el diseño de un pavimento rígido, estos factores influyen en el diseño del concreto que son: l_f = Longitud de las fibras (mm), d = Diámetro empleado de la fibra (mm), ρ = Densidad (gr/cm³), Absorción de agua (%), M_r =Módulo de rotura (%), forma y textura

Tabla 1. Propiedades Físicas del Polipropileno

Propiedades Físicas	MAS
Gravedad Específica	0.91
Punto de Fusión (°C)	160
Absorción de agua 24 h (%)	8.8
Resistencia a la Tracción (Mpa)	3.65
Resistencia a la Tracción a la rotura (Mpa)	3.97
Alargamiento a la rotura (%)	118.9
Fuerza de ruptura (N)	19.46
Relación de aspecto	24

Fuente: (AAL, y otros, 2023 pág. 5)

Tabla 2. Propiedades Físicas de la Fibra de Sisal

Fiber Characteristics	Jute Fiber	Sisal Fiber	Sugarcane Bagasse Fiber	Coconut/ Coir Fiber
Fiber diameter (μ)	18 \pm 1.1	20 \pm 1.2	22 \pm 1.2	21 \pm 1.1
Fiber fineness (Tex, g/km)	17 \pm 1.1	21 \pm 1.2	32 \pm 1.2	30 \pm 1.3
Fiber length (mm)	30 \pm 2	30 \pm 2	30 \pm 2	30 \pm 2
Fiber aspecto ratio (-)	167 - 344	200 - 400	136 - 318	143 - 429
Density (g/cm ³)	1.3	1.5	0.82	1.2
Porosity (%)	15 - 17	12 - 14	39 - 42	32 - 35
Cellulose content (%)	61 - 72	66 - 78	45 - 55	32 - 43
Lignin Content (%)	12 - 13	8 - 11	19 - 24	41 - 45
Crystallinity (%)	60 - 65	68 - 70	51 - 53	27 - 33
Angle of orientation (°)	8 - 10	10 - 25	14 - 15	30 - 49
Tensile strength (Mpa)	480 \pm 16.2	381 \pm 23.6	68 \pm 9.1	175 \pm 8.2
Elongation at break (%)	2.3 \pm 0.1	2.45 \pm 0.1	1.5 \pm 0.1	3.6 \pm 0.2
Modulus (Gpa)	37.5 \pm 1.4	28.5 \pm 0.8	18.7 \pm 0.8	22.0 \pm 0.2
Tenacity (cN/Tex)	20.02 \pm 1.5	17.7 \pm 0.9	14.2 \pm 0.4	15.3 \pm 0.6

Fuente: (JAMSHAD, y otros, 2022, pág. 4)

Dosificación de las fibras: con porcentajes definidos de 1, 1.5, 2.5 y 3% respectivamente, se determinó mediante un análisis exhaustivo de los hallazgos de estudios previos.

La máscara quirúrgica, posee una capa interna fabricada generalmente con un tejido no tejido de polipropileno o de celulosa. Este material tiene la finalidad de absorber la humedad y los fluidos que se exhalan al respirar, toser o estornudar. Según la normativa UNE española, esta capa debería ser idealmente de 100% polipropileno spunbond de 20g/m² para ofrecer la máxima efectividad en la absorción de humedad. (CAMACHO, y otros, 2021 págs. 2-122)



Figura 4. Implementación de HPPM en el Hormigón

Fuente: (IDREES, y otros, 2022 pág. 4)

Por otro lado, el polipropileno, una fibra sintética, posee una elevada resistencia al impacto, además de una excelente estabilidad química, incluyendo resistencia a los ácidos y álcalis. Debido a su baja densidad, se dispersa fácilmente en el concreto, mejorando su resistencia y tenacidad.



Figura 5. Empleo de fibras de polipropileno en el concreto

Fuente: (SIKA, 2011, pág. 23)



Figura 6: Obtención de Ambas Fibras

Fuente: (ACOSTA, y otros, 2022, pág. 3)

La sostenibilidad y el impacto ambiental de estas fibras son factores cruciales en la era actual de creciente conciencia ecológica. La fibra de sisal, que se deriva de una planta resistente a la sequía, es biodegradable y compostable, lo que la convierte en una opción ambientalmente amigable. En contraposición, el polipropileno, aunque es reciclable, su fabricación y descomposición pueden implicar un mayor impacto ambiental debido a su origen petroquímico. (JOHN, y otros, 2008 págs. 343-364).



Figura 7. Ciclo de vida de los materiales

Fuente: (SENDRA, 2020,)

En cuanto a sus aplicaciones y usos, ambos materiales poseen una amplia gama de aplicaciones. El sisal es esencial para la producción de cuerdas y alfombras, mientras que el polipropileno se utiliza en una variedad de industrias, incluyendo la alimentaria, la automotriz y la textil (Bledzki, y otros, 1999 págs. 221-274)

Concreto Fibroreforzado (FRC) es un tipo de concreto que incorpora fibras de varios materiales, como acero, vidrio, polipropileno, entre otros, las cuales se dispersan y distribuyen de manera aleatoria en la mezcla para mejorar sus propiedades. De acuerdo con el ACI: "Este material es concreto hecho con cemento hidráulico, agregado, agua y fibras discretas. Debido a las fibras, se puede esperar que el concreto fibroreforzado tenga una mayor resistencia a la fisuración y una mayor ductilidad que el normal." (ACI 544.1R-96, 2002, pág. 15)

El concreto: Consta de una combinación de un aglutinante, agua y agregados. Comúnmente se emplea cemento Portland que, al hidratarse, genera una unión química entre ellos. Normalmente, el agregado comprende entre rangos de 60% - 75% del volumen integral del material constructivo resistente, mientras que el cemento ocupa ciertos rangos de 7% - 15%, y el aire encerrado representa entre el

1 y el 3%. Para ciertas aplicaciones, se pueden introducir pequeñas burbujas de aire que constituyen hasta un 8% del mortero, mediante el uso de sustancias específicas. (PASINO, 2015, pág. 23)

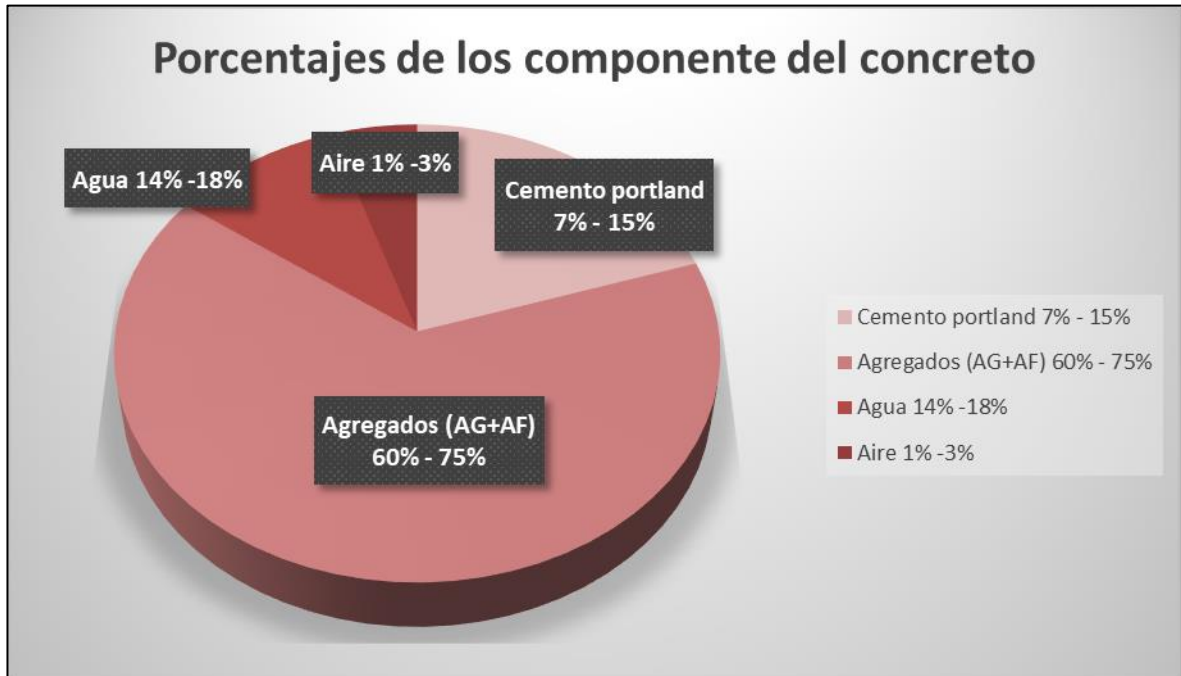


Figura 8. Proporciones comunes en el volumen absoluto de los elementos del concreto

Fuente: (ABANTO, 2009, págs. 10-13)

Componentes del Concreto: El cemento, compuesto que tiene como componente principal es el Clinker, un mineral extraído principalmente de la piedra caliza, la arcilla, la bauxita y el mineral de hierro en lugares conocidos como canteras. Una vez extraídos, estos materiales pasan por una etapa de preparación. Se trituran y muelen hasta convertirse en un polvo fino, formando una mezcla llamada "harina cruda". El siguiente paso es la cocción o calcinación. La harina cruda se calienta en un horno rotatorio a temperaturas extremadamente altas, cercanas a los 1450 grados Celsius. Después de que se ha producido el Clinker, se enfría y se almacena, quedando listo para la etapa final, la molienda. En este último paso, el Clinker se muele y se mezcla con pequeñas cantidades de yeso y otros aditivos. Una vez que el cemento ha pasado por todo este proceso, se empaqueta, generalmente en bolsas, y se distribuye para su uso en la industria de la construcción. (ABANTO, 2009, págs. 10-13). Además, posee cuatro compuestos

principales que contribuyen en el comportamiento del cemento, de los cuales evidenciamos a continuación.

Tabla 3. Constituyentes del cemento

COMPOSICIÓN	MOMENCLATURA	CONCEPTO
Silicato tricálcico	C ₃ S	Alta resistencia inicial
Silicato dicálcico	C ₂ S	Resistencia a largo plazo
Aluminato tricálcico	C ₃ A	Reacciona con el yeso en la fabricación del cemento Portland
Aluminoferrita tricálcica	C ₄ Af	Similar al C ₃ A, resistencia baja.

Fuente: (ABANTO, 2009, pág. 13)

Se debe tener en cuenta cuanto de cemento vas a utilizar en un proyecto de construcción se puede establecer mediante ratios agua-cemento (a/c), lo cual influye en resistencia como en la manejabilidad del concreto. Dependiendo de las condiciones que demanda el proyecto, se podría necesitar una mínima cantidad de cemento para garantizar una determinada trabajabilidad y capacidad de asentamiento del material. Esto deberá estar siempre en conformidad con los estándares de supervisión y las normativas de construcción vigentes. (ABANTO, 2009, pág. 16)

$$Capacidad\ de\ Cemento\ \left(\frac{kg}{m^3}\right) = \frac{Cantidad\ de\ cemento\ adicionado\ \left(\frac{lbs}{m^3}\right)}{a/c}$$

En la ejecución para el proyecto, se empleará el "Cemento Portland Tipo I". Dado la variedad del material cemento a usar posee una aplicación universal y no demanda propiedades excepcionales, su uso se ajusta a las normas establecidas para el cemento portland en la ASTM (C150)



Figura 9. Categorías de cemento Portland

Fuente: (CECAPED PERÚ CAD, 2021, pág. 2)

Agregados: También conocidos como áridos, estos son componentes inertes que, al unirse con los aglutinantes (como cemento y cal) y agua, resultan en la formación de concreto y mortero. Su relevancia se debe a que constituyen cerca del 75% del volumen total en una mezcla de concreto estándar. Asimismo, es crucial que los agregados muestren solidez y perdurabilidad notables, y sean capaces de resistir diversos elementos. Además, es esencial estas partículas estén exentas de cualquier tipo de contaminantes como lodo, sedimentos y compuestos orgánicos que pueden interferir con su unión al cemento. (ABANTO, 2009, pág. 22)

Agregado fino, conocido también como arena o piedra triturada, se identifica por su capacidad para atravesar un tamiz de (#3/8), lo restante se queda almacenado en tamiz #200. Este debe ser aceptado por la ASTM C33 y la NTP 400.037. Los componentes del agregado deben estar libres de impurezas, presentar bordes angulares, aportar resistencia y ser compactas, sin contener material orgánico o cualquier otra forma de contaminantes. (RIVVA, 1992 pág. 30)

Por otro lado, la granulometría se ocupa de la separación de las partículas de los agregados en función al tamaño máximo nominal, el cual se determina mediante su

separación con un conjunto de mallas normalizadas. Estas mallas empleadas en este proceso son las de número 4, 8, 16, 30, 50 y 100.



Figura 10. Límites de granulometría del agregado grueso y fino

Fuente: Elaboración Propia

El Módulo de Fineza es un indicador que nos permite conocer el grado de finura o grosor de un agregado. Este parámetro se obtiene mediante la totalización de los porcentajes que permanecen en los tamices dentro de un conjunto determinado. El cálculo del Módulo de Fineza se efectúa de la siguiente forma:

$$M.F = \frac{\text{Porcentaje sumado retenido (hasta \#100)}}{100}$$

Figura 11: Fórmula para obtener el Módulo de Finura

Fuente: (ABANTO, 2009, pág. 24)

Agregado grueso, originado del desgaste natural de las rocas o a través de su desplazamiento en ríos, también conocido como piedra chancada, se identifica tras ser retenido por un tamiz #4. Este material se encuentra en diversos ambientes, como ríos, y debe tener propiedades resistentes a la intemperie. Antes de ser utilizado, debe asegurarse que esté en buenas condiciones, libre de sustancias orgánicas que puedan interferir en el diseño del concreto. (RIVVA, 1992 pág. 69)

Tabla 4. Límite de sustancias nocivas en el agregado grueso

CARACTERISTICAS	REQUISITO		UNIDAD
	MIN	MAX	
Pasante de la malla N° 200	N.A	1	%
Cloruros solubles		1000	Ppm
Sulfatos solubles		10000	Ppm
Terrones de arcilla y partículas deleznales		5	%
Abrasión por la máquina de los ángeles		50	%
Inalterabilidad por sulfato de magnesio		18	%

Fuente: (ABANTO, 2009, pág. 27)



Figura 12. Análisis del Agregado Grueso

Fuente: Elaboración Propia

Agua; tenemos potable y algunas no potables son usadas en la preparación del concreto si cumplen ciertos preparativos. Es relevante analizar que atributos posee el agua utilizada porque posee un papel importante en la transformación química con el cemento para formar el gel, una aglomeración porosa que es crucial para el comportamiento del concreto. Los silicatos de calcio presentes en material cementante se combinan con agua para formar hidrato de silicato de calcio, componente esencial en mezclas de cemento reforzada. El endurecimiento y resistencia del concreto están influenciadas por el volumen suministrado de agua, aditivo y las características físicas de estos componentes. El curado del concreto prosigue mientras haya cemento sin hidratar, siempre que se mantenga húmedo y a una temperatura favorable. Con relación a esto, es importante que el agua cumpla con las condiciones especificadas en la ASTM C 1603 y en la NTP 339.088, según la (NTP, 2006, pág. 4)

Tabla 5. Valores aceptables para el agua utilizada en la mezcla y el curado según la norma NTP 339.088

DESCRIPCIÓN	LIMITE PERMISIBLE	
Sólidos en suspensión (residuo insoluble)	5,000	Máximo
Materia Orgánica	3	
Alcalinidad (NaCHOCO ₃)	1,000	
Sulfatos (ion SO ₄)	600	
Cloruros (ion CL ⁻)	1,000	
pH	5 a 8	

Fuente: (ABANTO, 2009, pág. 21)

Propiedades físicas del concreto; Las características del material deben estar alineadas con el propósito específico para el que se va a utilizar. Por esta razón, la elección de las proporciones para un metro cúbico de concreto debe facilitar la obtención sobre concreto que posea una característica versátil con propiedades físicas que se pueden ajustar de acuerdo con los requerimientos específicos en el ámbito de la construcción.

Trabajabilidad; Se mide en su estado fresco, es esencial ya que permite que este pueda ser moldeado, transportado y vaciado manteniendo su consistencia (ABANTO, 2009, pág. 47). Varios factores pueden influir en esta propiedad, entre ellos: el volumen de agua utilizado en la mezcla, con más agua generando mayor trabajabilidad; el nivel de material fino en la mezcla, que también incrementa la trabajabilidad; además si agregamos aditivos plastificantes podemos obtener unas mejoras en la trabajabilidad; y finalmente, el tamaño y forma de los moldes utilizados, así como el proceso de compactación.

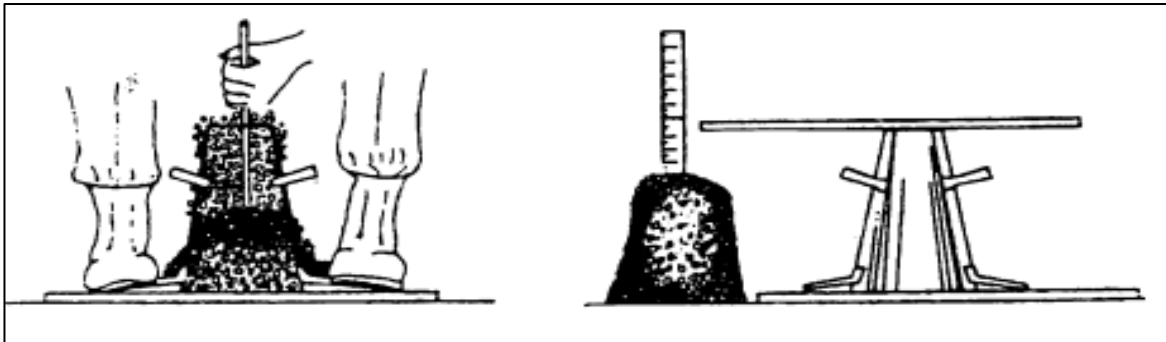


Figura 13. Procedimiento de ensayo del Slump

Fuente: (ABANTO, 2009, pág. 49)

Consistencia; Es una propiedad física que describe la facilidad con la que el concreto fluye. Se relaciona estrechamente con la trabajabilidad, aunque se centra más en el desempeño del concreto cuando aún está fresco. La consistencia adecuada es crucial para garantizar que el concreto se pueda mezclar, desplazar, ubicar y compactar de manera apropiada sin que ocurra una segregación. La prueba de hundimiento del cono de Abrams, aplicación de prueba más frecuentemente aplicado para cuantificar la consistencia del concreto. Esta prueba mide la disminución del slump cuando se retira un cono estándar en el que se ha colocado la mezcla de concreto. Durante el ensayo, el cono se llena en tres capas iguales, cada una de las cuales se compacta con la varilla de compactación un número específico de veces. Después de llenar y compactar la última capa, el cono se retira y se observa la disminución con respecto a la altura del cono. (ABANTO, 2009, pág. 47)

Tabla 6: Clases de Mezclas según asentamiento

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método De Compactación
Seca	0" a 2"	Poco Trabajable	Vibración Normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración Ligera chuseado
Fluida	> 5"	Muy Trabajable	Chuseado

Fuente: (ABANTO, 2009, pág. 49)

Exudación; conocida como "sangrado" en el ámbito de la construcción, es un fenómeno que ocurre en el concreto en su estado fresco. Se refiere a cómo el agua de la mezcla se desplaza hacia la parte superior del concreto después de que ha sido colocado y antes de que inicie su fraguado. Este movimiento de agua sucede porque las partículas sólidas, se asientan en la mezcla de concreto, lo que resulta en un exceso de agua en la parte superior. Aunque un cierto grado de exudación es normal y hasta deseable, ya que ayuda a facilitar el proceso de acabado superficial, una exudación excesiva puede tener efectos negativos en sus atributos y la apariencia en su estado endurecido. (ABANTO, 2009, pág. 48)

Peso Unitario; también conocido como densidad, es la masa por unidad de volumen en Kg/m³ (NTP 339.046, 2008). Esta propiedad es importante en la construcción y diseño de estructuras, ya que tiene un impacto directo en la vida útil del concreto, así como en la carga total que una estructura puede soportar. La fórmula siguiente se emplea para determinar la densidad:

$$P. U. C_{fresco} = \frac{(W_b - W_{me}) - W_b}{Vol.}$$

Interpretación:

W_b = Peso del balde en kg

W_{me} = Peso de la mezcla en kg

Vol.= Volumen del recipiente en m³

Tabla 7: Tipos de concreto según su peso unitario

Tipos de concreto según su peso unitario	Rango	Aplicación
Concreto Convencional	2200-2400 kg/m ³	Construcción Tradicional
Concreto Ligero	< 1900 kg/m ³	Construcción de estructuras livianas y aislamientos
Concreto Pesado	< 6000 kg/m ³	Centrales Nucleares

Fuente: (ABANTO, 2009, pág. 13)

Contenido de aire; se refiere a la presencia de diminutas burbujas contienen aire en la dosificación. Estas burbujas, introducidas intencionalmente durante el proceso de mezclado, siendo fundamental para la durabilidad y trabajabilidad del concreto. Dependiendo del tipo de concreto y su aplicación, el contenido de aire deseado puede variar, pero generalmente se encuentra entre el 4% y el 8% en el concreto que se someterá a ciclos de congelación y descongelación. Los ensayos que se basan en la normativa y las metodologías para medirlo son producidos por varias organizaciones internacionales de estándares. Algunas de las más comúnmente utilizadas incluyen: ASTM C231; ASTM C173; ASTM C138 (ABANTO, 2009, pág. 67)

Tabla 8: Contenido de Aire Atrapado

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO		
T.M.N del Agregado (plg)	T.M.N del Agregado (mm)	Aire Atrapado
3/8"	9.5	3.00%
1/2"	12.5	2.50%
3/4"	19	2.00%
1"	25	1.50%
1 1/2"	37.5	1.00%
2"	50	0.50%
3"	75	0.30%
6"	150	0.20%

Fuente: (COMITÉ ACI 211, 1987, pág. 48)

Propiedades mecánicas del concreto; se refieren a las características que definen su comportamiento bajo diferentes tipos de cargas y esfuerzos. Algunas de las cualidades mecánicas más significativas del concreto se encuentran la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción, al esfuerzo cortante, la resistencia a la flexión, la elasticidad y la ductilidad. Para ello se mide realizando pruebas destructivas en muestras que representen fielmente el material, con tres metas fundamentales: Comprobar si una preparación del material constructivo resistente proporcionada satisface con la tenacidad requerida (f'_c), supervisar la uniformidad de las resistencias y ajustarlas a un grado adecuado en su preparación de concreto, y comprobar cuán resistente es el concreto en su estado actual en la estructura. (PASINO, 2015, pág. 23)

Según la sección 5.6.2.4 del código ACI 318-11S (página 76), "Una prueba de resistencia se debe basar en la media de las resistencias obtenidas de, al menos, dos cilindros de dimensiones 150 mm x 300 mm, o de tres cilindros de 100 mm x 200 mm. Estos cilindros se fabrican a partir de una misma muestra de concreto y se examinan después de 28 días, o en el intervalo establecido para determinar f'_c , la resistencia deseada del concreto."

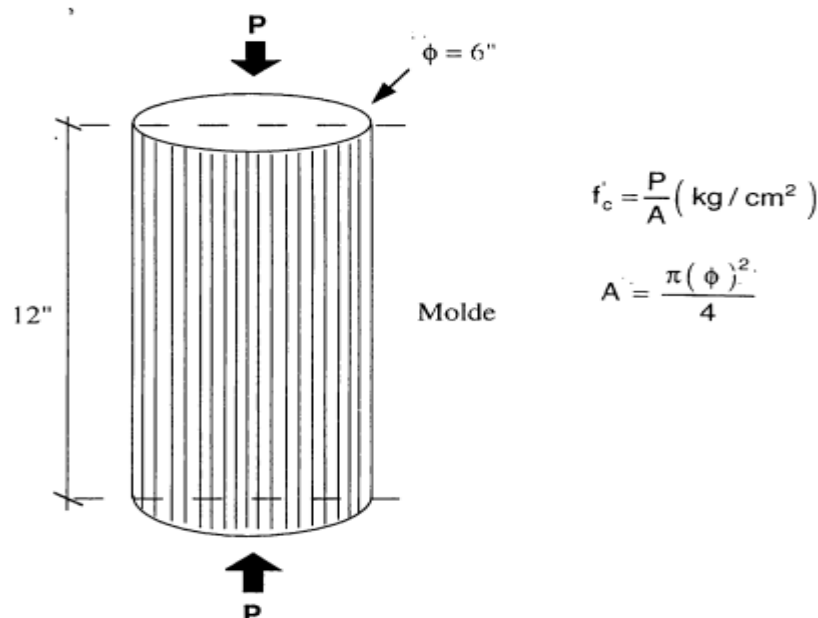


Figura 14. Pruebas de resistencia a la compresión promedio en el laboratorio

Fuente: (ABANTO, 2009, pág. 51)

Resistencia a la compresión; Conocido comúnmente medida en probetas, ya que define atributos para soportar cargas de aplastamiento sin sufrir una deformación permanente o falla. Además, se cuantifica mediante el ensayo de compresión estándar, descrita por la norma ASTM C39/C39M, en la que se aplica una carga axial de compresión a un cilindro de concreto hasta que se produce la falla.

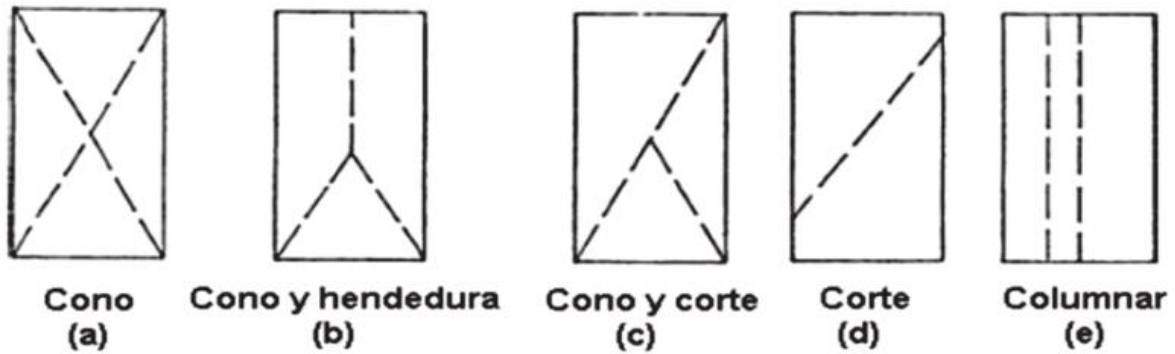


Figura 15. Variedad de Fracturas al realizar ensayos a la compresión

Fuente: (Linares, y otros, 2016 pág. 7)

Con la finalidad de recabar la información necesaria de resistencia a la compresión, se calcula con la siguiente fórmula:

$$Rc = \frac{4G\pi}{d^2}$$

Interpretación

Rc = resistencia a la rotura en kg/cm^2

G = carga máxima aplicada en kg

d = diámetro del cilindro de muestra en cm

Resistencia a la tracción; Aunque el concreto es débil en tensión, esta propiedad es importante porque la mayoría de las estructuras de concreto están sujetas a cierta cantidad de tensión. Se puede medir de tres maneras: tracción directa, flexión y hendimiento, según la norma ASTM C496/C496M.

Para obtener los datos de este ensayo, se calcula con la siguiente fórmula:

$$Rt = \frac{4P}{4LD}$$

En dónde:

R_t = esfuerzo soportado a la tracción del concreto (kg/cm^2)

P = Máxima carga aplicada (kg)

L = Longitud del espécimen cilíndrico (cm)

D = Diámetro del espécimen cilíndrico (cm)

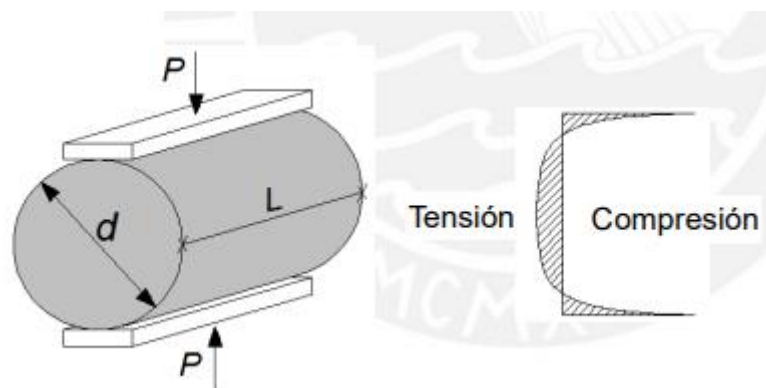


Figura 16. Cargas sometidas a la probeta

Fuente: (PASINO, 2015, pág. 220)

Esfuerzo a la flexión; Esta propiedad describe la habilidad del concreto para soportar la deformación bajo carga de flexión. Se determina generalmente mediante la prueba de viga de concreto bajo carga en el centro o en dos puntos, como se rige en la ASTM C78/C78M.



Figura 17. Cargas empleadas en el ensayo de resistencia a flexión

Fuente: (IMCYC, 2008 pág. 2)

Según la Guía de Diseño de Pavimentos Rígidos de la AASHTO (2018), el diseño de estos pavimentos es un proceso que involucra la consideración de varios factores, incluyendo las cargas de tráfico, las condiciones del suelo, el clima y las propiedades del concreto. Para realizar este diseño de manera eficaz, es esencial contar con un conocimiento sólido sobre las normas y regulaciones para pavimentos rígidos, y asegurarse de que el diseño cumpla con todos los estándares requeridos

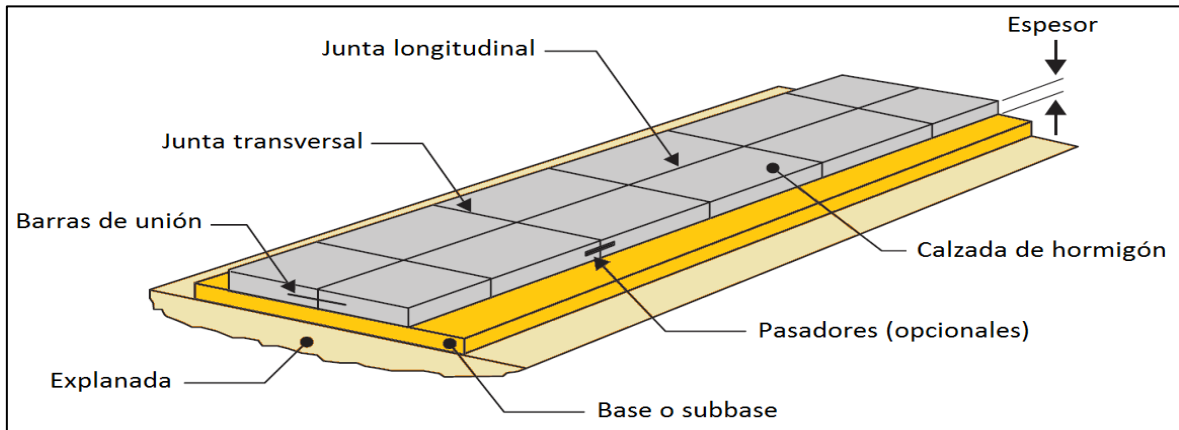


Figura 18. Configuración característica de un pavimento rígido

Fuente: (CALO, y otros, 2015, pág. 125)

La elección de los materiales para pavimentos rígidos es crucial en este proceso. La resistencia y durabilidad del pavimento están ampliamente influenciadas por las características del concreto utilizado. Según (TOLEDO, y otros, 2003 págs. 643-650), su uso como fibras de sisal y polipropileno, puede mejorar la tenacidad del concreto y su resistencia a la fisuración.

Tabla 9. Propiedades físicas de las fibras naturales

	FIBRAS NATURALES VEGETALES							FIBRAS NATURALES MINERALES	
	COCO	YUTE	ALGODÓN	CAÑA DE AZÚCAR	CÁÑAMO	LINO	SISAL	VIDRIO	ACERO
DIÁMETRO EQUIVALENTE (mm)	0.11 - 0.53	0.1 - 0.2	0.12 - 0.22	0.15 - 0.25	0.1 - 0.3	0.12 - 0.16	0.2 - 0.4	0.014	0.15 - 1
DENSIDAD (Kg/m ³)	680 - 1020	1030	1540	310 - 410	1480	1500	1450	2680	7800
ALARGAMIENTO DE ROTURA (%)	14 - 41	1.7 - 1.8	3.0 - 7.0	-	1.6	2.7 - 3.2	2.0 - 2.5	2.0 - 3.5	0.5 - 3.5
RESISTENCIA A TRACCIÓN DE LAS FIBRAS (Mpa)	108 - 250	250 - 350	287 - 800	220 - 290	285	450 - 1100	444 - 552	1700	345 - 3000

Fuente: (SENDRA, 2020 pág. 12)

Uno de los parámetros claves para realizar un pavimento rígido en función a su diseño es el cálculo del espesor de pavimentos rígidos. De acuerdo con (HUANG, 2004,), esta determinación se fundamenta en la evaluación de las cargas de tráfico esperadas, las características del concreto y las circunstancias del terreno. El cálculo correcto del espesor es esencial para garantizar que el pavimento pueda soportar las cargas de tráfico durante su vida útil prevista.

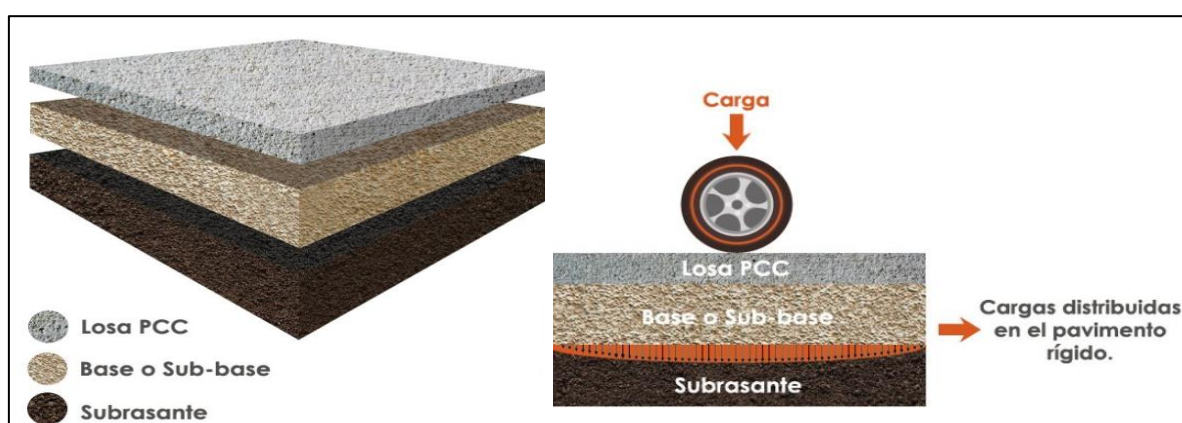


Figura 19. Pavimentos Rígidos

Fuente: (Guillermo, 2019, pág. 1)

Es importante resaltar que si aplicamos filamentos al cemento estructural fen pavimentos rígidos puede afectar en los ensayos tales como la flexión y tensión a rotura en pavimentos rígidos. (BANTHIA, y otros, 2006 págs. 1366 - 1372)

explicaron que las fibras pueden soportar más presión sin romperse o agrietarse. Entonces, en lugar de romperse bajo estrés, el pavimento podría ser capaz de flexionarse o doblarse un poco, lo que podría hacer que dure más y sea más resistente a las cargas pesadas.

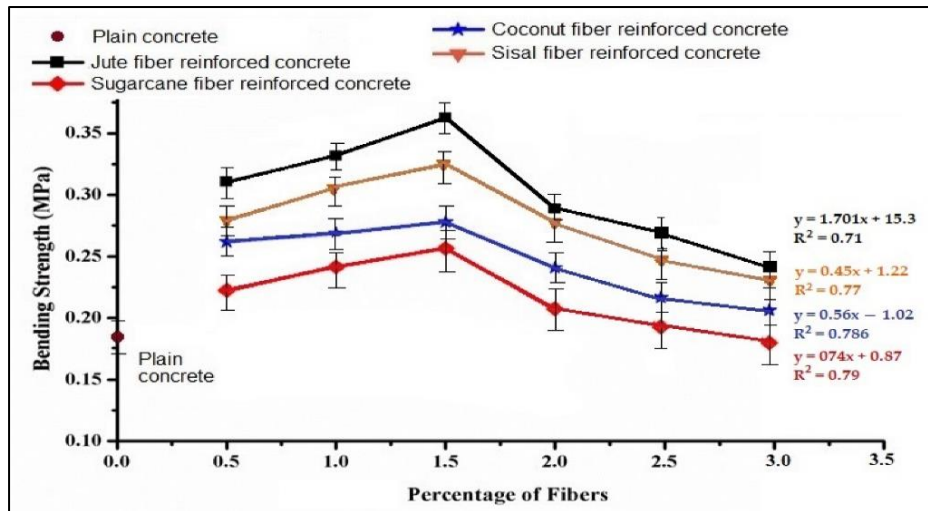


Figura 20. Resistencia a la flexión con diferente % de carga de fibra

Fuente: (JAMSHAID, y otros, 2022, pág. 11)

Los principios de diseño de mezclas para pavimentos rígidos implican determinar que dosificaciones adecuadas de los distintos elementos del concreto. (BANTHIA, y otros, 2007 págs. 1366-1372) sostienen que el diseño de la mezcla debe considerar no solo la resistencia requerida, sino también la trabajabilidad y durabilidad del concreto. Además, los procesos de construcción de pavimentos rígidos abarcan acondicionamiento del suelo, la ubicación de la subbase y subrasante, la mezcla y colocación del concreto, y el acabado y curado del pavimento. Cada una de estas etapas debe realizarse correctamente para asegurar la calidad y durabilidad del pavimento final.

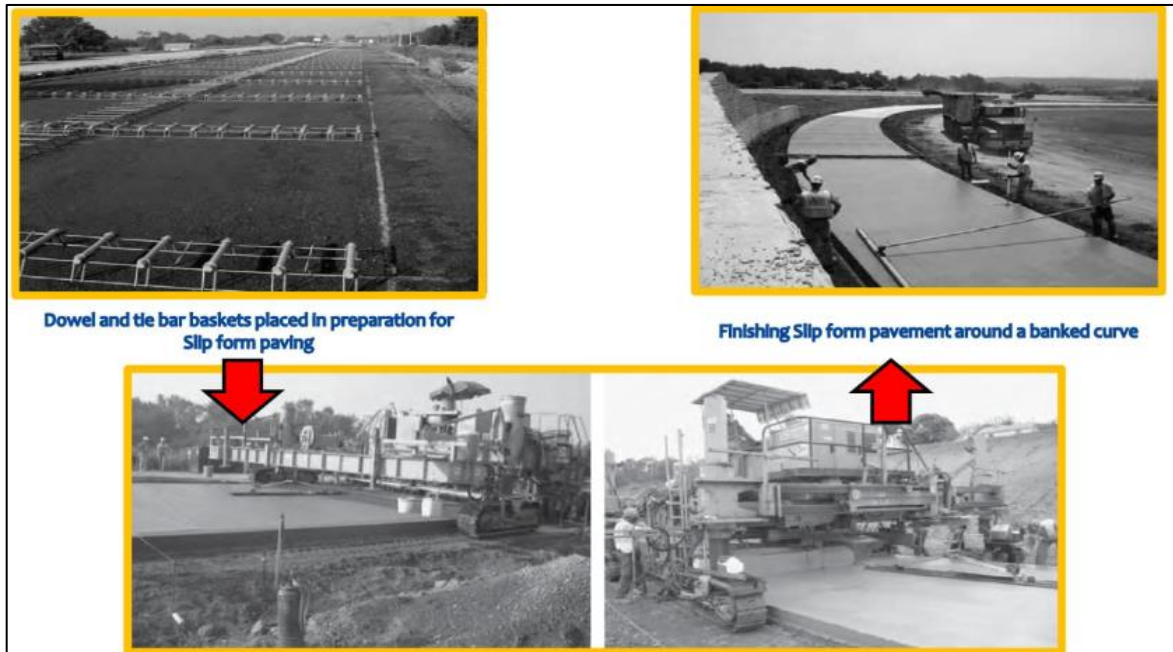


Figura 21. Proceso Constructivo del Pavimento Rígido

Fuente: (ESPINOZA, 2021 pág. 10)

En cuanto al estudio del tráfico vial, (LITMAN, 2014, pág. 15) sostiene la implicación en el examen y valoración de los flujos de vehículos en la red vial. Estos estudios son esenciales para la elaboración de proyectos relacionado a la infraestructura vial, el diseño de pavimentos y la gestión del tráfico. En esta sección, es pertinente incluir tablas o gráficos que representen los datos de tráfico en las áreas estudiadas.

Los métodos para el estudio del tráfico vial pueden variar dependiendo del propósito del estudio. En la investigación de transportes, los métodos más comunes incluyen encuestas, recopilación de datos de campo y modelización de tráfico (ROESS, y otros, 2011, pág. 265) .

Respecto a la clasificación de vehículos en el estudio del tráfico, es fundamental para entender la composición del tráfico. Los vehículos se pueden clasificar en varios tipos como coches, autobuses, camiones ligeros, camiones pesados, motocicletas, entre otros. Esta clasificación es vital para la estimación de cargas en los pavimentos (ROESS, y otros, 2011, pág. 270) .

Cálculo de la carga de diseño del pavimento (ESAL): En este primer paso, el objetivo es predecir la cantidad de tráfico que atravesará el pavimento a lo largo de su vida útil. La medida que se utiliza para esto se llama Equivalent Single Axle Load (ESAL), que es una forma de representar todas las cargas que el pavimento soportará, sin importar el tipo de vehículo, en términos de una carga estándar de un solo eje de 18,000 libras. Para calcular las cargas ESAL, necesitamos recopilar datos sobre el tráfico actual y luego hacer proyecciones sobre cómo crecerá ese tráfico en el futuro. Esto puede implicar considerar tendencias demográficas, planes de desarrollo económico, patrones de transporte y otros factores. (MTC, 2014, pág. 229)

Serviciabilidad": Este concepto se refiere a la capacidad del pavimento para proporcionar un viaje seguro y cómodo a los usuarios. Factores como la rugosidad, la resistencia al deslizamiento y la capacidad de drenaje se consideran al evaluar la Serviciosabilidad. (MTC, 2014, pág. 231)

Indice de Servicio	Calificación
5	Excelente
4	Muy Bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
	Intransitable

Figura 23. Índice de servicio según su clasificación

Fuente: (MTC, 2014, pág. 228)

Módulo de Ruptura del Concreto (M_r): Referido a la resistencia a la tensión del concreto, esencial para determinar cuánta tensión puede soportar el concreto antes de romperse. Un alto módulo de ruptura indica una mayor resistencia del concreto (MTC, 2014, pág. 235)

Monograma de AASHTO": Este es una herramienta gráfica utilizada con el objetivo de establecer la profundidad del pavimento requerido basándose en los demás factores como el tráfico, el clima, la confiabilidad, la serviciabilidad y las características del material y del suelo.

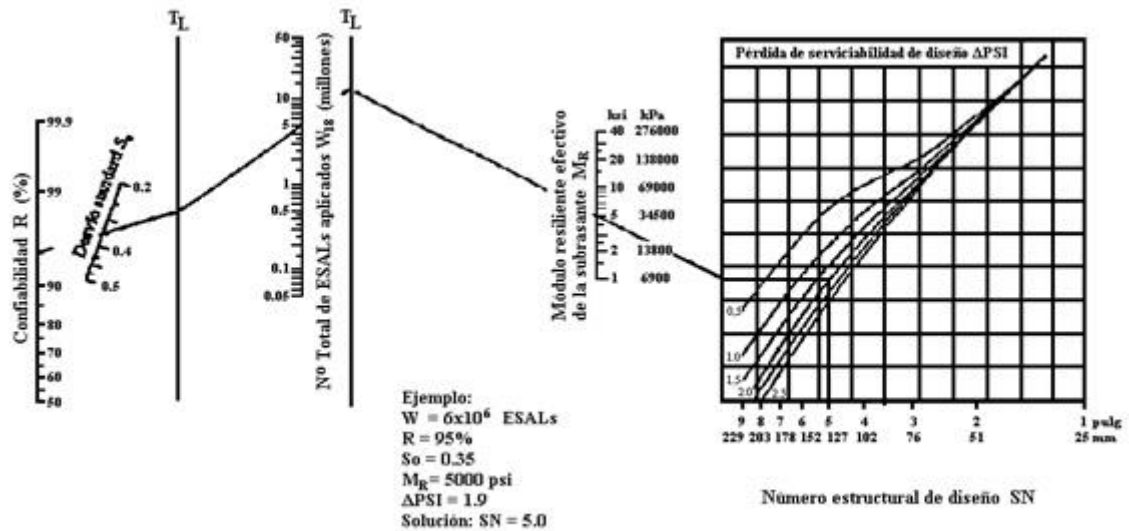


Figura 24. Monograma AASHTO

Fuente: (MTC, 2014, pág. 240)

Cálculo del costo del ciclo de vida: Este paso implica considerar todos los costos asociados a su durabilidad. Esto incluye el costo inicial de construcción del pavimento, los costos de mantenimiento y reparación que se esperan a lo largo de su vida útil, y los costos de reemplazo o rehabilitación del pavimento cuando llegue al final de su vida útil. La idea es entender completamente cuánto costará el pavimento durante su vida entera, sin limitarse a los costos iniciales para su mantenimiento.

Finalmente, las propiedades de la subrasante se refieren a sus atributos físicas y mecánicas del suelo que se utilizará tipo guía para el pavimento. La resistencia, la permeabilidad, clasificación de suelo son algunas de las propiedades más importantes de la subrasante que pueden influir en el diseño y el rendimiento del pavimento (HUANG, 2004, págs. 214-220).

En la especialidad de suelos y pavimentos, se presta mucha atención al diseño de la subrasante para el pavimento rígido. Como mencionó (HUANG, 2004, págs. 230-235) en su libro "Pavement Analysis and Design", la subrasante es la base del pavimento, y su estabilidad y resistencia son fundamentales para la durabilidad e integridad del pavimento. El diseño de la subrasante implica como estimar su capacidad estructural y la adaptación del espesor y los materiales del pavimento a esta capacidad.

Tabla 10. Ensayos del material afirmado

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de Ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Afirmado	Granulometría	MTC E 204	C 136	T27	1 cada 750 m3	Cantera (2)
	Límites de Consistencia	MTC E 111	D 4318	T89	1 cada 750 m3	
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T96	1 cada 2000 m3	
	CBR	MTC E 132	D 1883	T193	1 cada 2000 m3	
	Densidad - Humedad	MTC E 115	D 1557	T180	1 cada 750 m3	Pista
	Compactación	MTC E 117 MTC E 124	D 1556 D 2922	T191 T238	1 cada 250 m3	

Fuente: (MTC, 2014, págs. 21-40)

En conclusión, aunque las fibras de sisal y polipropileno tienen sus propias ventajas y desventajas, ambas representan opciones viables para diversas aplicaciones, dependiendo de los requerimientos específicos de cada caso.

Como enfoques conceptuales tenemos: Fibras de Sisal: Son fibras naturales obtenidas de la planta de sisal. Se usan en diversos ámbitos, incluyendo la construcción, donde pueden usarse para fortalecer el concreto o como componente en productos aislantes. Máscaras Quirúrgicas: Son mascarillas desechables que se

utilizan en entornos médicos para proteger la boca y la nariz del portador, evitando la propagación de gérmenes. Dosificación: Dentro del ámbito del concreto, se alude a la proporción adecuada de los diversos componentes (cemento, agua, agregados) que se mezclan para formar concreto. Concreto: Es un compuesto utilizado en construcción, conformado por la interacción del cemento Portland, con los agregados y el agua. Cuando se endurece, el concreto es muy resistente a la compresión, haciéndolo indispensable en la edificación de infraestructuras. Concreto Reforzado: Es una distribución de concreto (mezcla de cemento, agregados y agua) y acero de refuerzo. El concreto proporciona ensayos a compresión, mientras que el acero proporciona ensayo a tracción, lo que permite al concreto soportar cargas en ambas direcciones. Consistencia: característica que define la facilidad con que se puede manipular la mezcla de concreto. Una buena consistencia permite que el concreto se vierta y moldee fácilmente. Trabajabilidad: hace alusión a qué tan sencillo el concreto fresco puede ser manipulado, vertido y compactado de manera uniforme y sin complicaciones. Exudación: En el concreto, es el proceso mediante el cual el agua se eleva a la superficie después de que el concreto ha sido colocado. Puede ser un indicador de una mezcla de concreto demasiado húmeda. Segregación: Esta condición indica la desagregación de los elementos del concreto (agregados, cemento y agua). Tal situación evidencia la reducción de resistencias y longevidad del concreto una vez se ha endurecido. Masa Unitaria: Es la cuantificación del peso de un volumen unitario sobre un objeto. En el concreto, se utiliza para calcular el volumen de material necesario para un volumen específico. Contenido de Aire: Hace referencia al espacio ocupado por el aire dentro de la dosificación. Este aspecto afecta a la fortaleza y longevidad del concreto. Curva Granulométrica: Es una representación gráfica que muestra en cómo se pueden ver los diferentes tamaños la arena o piedra para la dosificación del concreto. Densidad Relativa: Es el resultado de la comparación entre la densidad de una referencia y del material, normalmente agua. Resistencia a la Compresión: Es la capacidad de un material de resistir fuerzas que intentan comprimirlo o aplastarlo. En el caso del concreto, se mide comúnmente a través de la prueba de compresión en cilindros de concreto. Resistencia a la Tracción: Es la capacidad de un material de resistir fuerzas que intentan estirarlo o tirar de él. Resistencia a la Flexión: Se refiere a la habilidad de un material para resistir agentes

externos que intentan doblarlo. En el concreto, se mide a menudo mediante una prueba de flexión en una viga de concreto. Diseño de Pavimentos: Para determinar el espesor y los materiales adecuados para un pavimento para que pueda soportar las cargas previstas. CBR (California Bearing Ratio): evalúa la resistencia de subbases, subgrados y bases de pavimentos. IMDA: Es una medida del volumen de tráfico en una carretera, calculado como el total de vehículos en un año y luego dividido por la cantidad de días en ese año. Efecto del Tráfico: Este término se refiere al impacto que el flujo vehicular puede tener en las carreteras. La densidad del tráfico, el peso de los vehículos y la frecuencia de su tránsito pueden desgastar y deteriorar la superficie del pavimento con el tiempo. Este factor es esencial para planificar y diseñar infraestructuras viales adecuadas y duraderas. Serviciabilidad: Este es un término técnico que describe qué tan bien una carretera o pavimento puede mantener su funcionalidad y comodidad para los usuarios a lo largo del tiempo, a pesar del desgaste y el deterioro naturales. Factores como la suavidad del viaje, la resistencia al deslizamiento y la capacidad de drenaje son aspectos clave de la serviciabilidad. Módulo de Ruptura del Concreto (M_r): Posee la capacidad del concreto para resistir la fractura cuando se somete a fuerzas de flexión o curvatura. Este factor es vital para determinar la durabilidad y la capacidad del concreto para soportar cargas pesadas sin romperse. Monograma de AASHTO: Este término se refiere a un gráfico o modelo utilizado por AASHTO para calcular el espesor necesario (D) de un pavimento rígido. El monograma tiene en cuenta varios factores, incluyendo las cargas de tráfico, las condiciones del suelo y las propiedades del concreto, para determinar el diseño más eficaz y duradero del pavimento. Coeficiente de Drenaje": La capacidad del pavimento para drenar el agua de lluvia es fundamental para su desempeño y durabilidad. Un buen drenaje previene agujeros, que puede causar daños en el pavimento.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación: Aplicada

Según con (BEHAR, 2008, pág. 20), esta modalidad de investigación es igualmente reconocida como práctica, proactiva y en constante movimiento, y se caracteriza por la implementación de teorías y conceptos previamente establecidos, estando estrechamente vinculada con la investigación básica. Por lo tanto, cualquier investigación de carácter aplicado se apoyará en el marco teórico existente.

En el contexto de este estudio, la investigación aplicada implicará la utilización de teorías y procedimientos ya establecidos para su aplicación en la selección y dosificación de los materiales de pavimento rígido, específicamente la fibra de sisal y el polipropileno. Se buscará potenciar las características de la capa de subrasante y, en consecuencia, la durabilidad y resistencia del pavimento.

Diseño de la investigación: Experimental concuerda con lo que (SAMPIERI, y otros, 2018, pág. 93) establece, la indagación experimental es primordialmente interpretativa, en tanto que su meta es confirmar el impacto que se produce al modificar la variable independiente y examinar las consecuencias o efectos en la variable dependiente. A diferencia de la investigación de campo, el investigador tiene la capacidad de manejar y supervisar las variables. Este proyecto de indagación será de índole experimental, centrado en la elaboración de muestras de pavimento rígido que serán alteradas al ser adicionadas con fibra de sisal y máscaras quirúrgicas, derivados de polipropileno, en distintas proporciones. A través del análisis de la teoría, se concluye que tendrá un diseño experimental.

Nivel de investigación: el enfoque es explicativo donde establece conexiones causa-efecto entre la mezcla de fibras de sisal y residuos de mascarillas quirúrgicas con la resistencia al concreto.

Enfoque de investigación: Es cuantitativo porque recogen datos numéricos y se utilizan métodos estadísticos para analizar las físicas y mecánicas del pavimento

rígido adicionando fibra de sisal y polipropileno, ofreciendo resultados medibles y cuantificables que permiten sacar conclusiones objetivas sobre cuál fibra mejora más significativamente las propiedades y diseño del pavimento rígido.

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente: Fibra de Sisal (*Agave sisalana*) y residuos de polipropileno (Máscaras Quirúrgicas)

Definición conceptual: La *Agave sisalana*, una planta robusta y tenaz que se despliega en forma de roseta, sosteniendo hojas verdes, largas y puntiagudas, que prospera en regiones áridas, desplegándose con espinosas hojas que brotan desde el suelo y llegan a parecer espadas vegetales bajo el sol tropical (JAMSHAD, y otros, 2022, pág. 3)

La máscara quirúrgica, posee una capa interna fabricada generalmente con un tejido no tejido de polipropileno. Según la normativa UNE española, esta capa debería ser idealmente de 100% polipropileno spunbond de 20g/m² para ofrecer la máxima efectividad en la absorción de humedad. (CAMACHO, y otros, 2021 págs. 2-122)

Definición operacional: Las fibras de sisal, derivadas de la *Agave sisalana*, son reconocidas por su resistencia y flexibilidad, además de ser biodegradables. Por otro lado, el polipropileno, comúnmente encontrado en las mascarillas quirúrgicas, es un plástico resistente al calor y a los químicos, con buena resistencia a la compresión. Este estudio, se propone explorar y cuantificar estas propiedades, a través de una dosificación controlada de estos materiales, para analizar su influencia en la resistencia y sostenibilidad de los pavimentos rígidos.

Dimensión: Dosificación y Propiedades Físicas

Indicadores: (1%) [0.25% fibra sisal - 0.75% mascarilla] (1.5%) [0.5% fibra sisal - 1% mascarilla] (2.25%) [0.75% fibra sisal - 1.5% mascarilla] (3%) [1% fibra sisal - 2% mascarilla]

Variable dependiente: Pavimento Rígido

Definición conceptual: El pavimento rígido posee una categoría de pavimento que exhibe una resistencia considerable ante la deformación, transmitiendo las cargas del tránsito a una superficie amplia del terreno de fundación. Esta estructura de pavimento requiere juntas para controlar las grietas debido a las variaciones de temperatura y humedad. Además, en muchos casos, se incluye un tratamiento superficial para proporcionar una adecuada resistencia al deslizamiento y una textura superficial óptima. (MTC, 2018, pág. 233)

Definición operacional: La ejecución de este estudio se fundamenta en la implementación de una metodología empírica in situ para interpretar cada propiedad aplicado a los pavimentos rígidos. Se procederá a la excavación de tres calicatas en los lugares de estudio seleccionados. Estas muestras recogidas serán posteriormente analizadas en el laboratorio para determinar sus características fundamentales. Para enriquecer el análisis, se explorará diversas proporciones derivado de origen natural un material textil que es de sisal y origen sintético los cuales son de mascarillas quirúrgicas para aplicarlo en la dosificación, con el objetivo de optimizar el diseño de un sistema vial. Las variaciones resultantes en las propiedades del material se medirán y compararán, buscando identificar mejoras potenciales en su rendimiento y durabilidad

Dimensión: Propiedades Físicas, Mecánicas y Diseño

Indicadores: Consistencia, Trabajabilidad y Asentamiento (cm), Masa Unitaria (kg/cm³), Contenido de aire (%), Exudación (%), Segregación, Permeabilidad (lt/m²/min), Resistencia a la Compresión (kg/cm²), Resistencia a la Flexión (kg/cm²), Resistencia a la Tracción (kg/cm²), IMDA y CBR (%), Efecto del Tráfico, Serviciabilidad, Módulo de Ruptura del Concreto (Mr) y Monograma de AASHTO

3.3 Población, Muestra y Muestreo

Población

Según (SAMPLIERI, y otros, 2018, pág. 228) el conjunto total de elementos que comprende el campo de interés para deducir resultados de naturaleza teórica, estadística y aplicada. La población finita hace alusión al grupo preciso de elementos de los cuales se obtendrá la muestra, representado con una N a la población que será evaluada.

La población estará conformada por toda la longitud de la Avenida La Playa en Ventanilla, cuenta con una extensión de 1500 metros que será sujeta a la implementación de una losa de concreto incorporando fibra de sisal y fibra reciclada polipropileno.

Criterios de inclusión:

Serán los tramos de la avenida que se encuentren en condiciones adecuadas para la implementación del pavimento rígido

Criterios de exclusión:

Pavimentos flexibles u otros tipos de pavimentos diferentes a los rígidos y aquellos tramos que presenten un deterioro avanzado o condiciones que impidan la correcta implementación del pavimento rígido.

Muestra

La muestra, como define (Sampieri, y otros, 2010, pág. 263) es una parte de la población de la cual se obtienen datos y se considera que representa a la totalidad de la población.

La muestra consistirá en un conjunto representativo de tramos de pavimentos rígidos en la Avenida La Playa Ventanilla. El estudio en cuestión, se implementará una metodología rigurosa que comprende la excavación de cinco calicatas a cielo abierto a una profundidad de 1.5 metros teniendo una visión detallada y concreta de los atributos inherentes del suelo. Esta exploración en profundidad es esencial para clasificar correctamente el suelo, en línea con exigencias establecidas por la Norma Técnica Peruana (NTP 339.150:2012). Tras la clasificación del suelo, se

llevará a cabo el diseño óptimo del pavimento rígido, incorporando una dosificación estratégica de las fibras de sisal y polipropileno. La selección de las muestras se llevará a cabo de acuerdo con las normas

Tabla 11. Distribución de pruebas para las propiedades físicas y mecánicas en función del número de ensayos

Ensayos	C° Patrón			Dosificaciones de FAR												Sub Total	Total
				1%			1.5%			2.25%			3%				
	7 d	14 d	28 d	7 d	14 d	28 d	7 d	14 d	28 d	7 d	14 d	28 d	7 d	14 d	28 d		
Compresión	3												45	90			
Tracción	3												45				
Flexión	-	-	3	-	-	3	-	-	3	-	-	3	-	-	3	15	
Asentamiento	1												5				
Masa Unitaria	1												5				
Contenido de Aire	1												5				

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Se hará uso de las normas ASTM C-39 y ASTM C-496, las cuales establecen pautas sobre proporciones requeridas en relación con las dimensiones en moldes utilizadas. En el marco de este proyecto en particular, se llevarán a cabo tres pruebas utilizando diferentes muestras para cada período de tiempo de fraguado del concreto.

Asimismo, se ejecutarán pruebas teniendo como enfoque analizar cada propiedad del concreto. Estas pruebas incluirán el ensayo de asentamiento, conforme al estándar ASTM C143, evaluando la trabajabilidad del diseño recién preparada. También se llevará a cabo el ensayo de contenido de aire, de acuerdo con la norma ASTM C231, para evaluar la cantidad de aire atrapado en el concreto. Además, se realizará el ensayo de peso unitario, siguiendo la norma ASTM C138, calculando la densidad de la mezcla una vez endurecido.

Muestreo

El muestreo, de acuerdo con (Sampieri, y otros, 2010, pág. 266) es un proceso que utiliza formas sistemáticas y aleatorias de seleccionar una muestra de la población para hacer inferencias sobre la población completa. Este estudio adoptará un enfoque de muestreo no probabilístico, motivado por la naturaleza específica de los datos que se necesitan recolectar. En lugar de seleccionar muestras al azar, la extracción de muestras se realizará teniendo en cuenta las características particulares del estrato del suelo que se está investigando. Por tanto, cada muestra seleccionada se elige específicamente debido a su relevancia y representatividad en términos de las propiedades y condiciones específicas del suelo en cuestión.

Unidad de análisis

Serían los tramos de pavimentos rígidos en la Avenida La Playa Ventanilla que contienen fibra de sisal y fibra reciclada de polipropileno en su composición. Estos tramos serán sometidos a pruebas y análisis para evaluar sus propiedades mecánicas, impacto económico y ambiental, y para proponer un diseño óptimo en dicha mencionada avenida.

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos.

Técnicas de Investigación

El investigador (BEHAR, 2008, pág. 25), es crucial seleccionar cuidadosamente los métodos e instrumentos con el fin de recopilar detallada conocimientos, esto con propósito de asegurar que la información obtenida sea exacta y beneficiosa para atender a los cuestionamientos de la investigación.

Para ello la técnica de recolección de datos que se utilizará será la experimentación directa. En el futuro, se llevarán a cabo pruebas de laboratorio en muestras de pavimento rígido para evaluar sus propiedades cuando se le agrega fibra de sisal y polipropileno. Estas pruebas proporcionarán datos empíricos sobre la resistencia, durabilidad y otras características relevantes del pavimento.

Instrumentos de recolección de datos

Para ejecutar el enfoque de la experimentación directa, se utilizará cualquier tipo de obtención de información específico, que consiste en un conjunto de ensayos estándar de ingeniería civil. Estos ensayos, que están ampliamente reconocidas en la industria de la construcción, comprenden datos a flexión, pruebas a compresión y tracción, entre otros.

Además, es crucial destacar que todas las pruebas serán llevadas siguiendo las directrices y protocolos preestablecidos, asegurando que la información sea preciso y fiable. En Conclusión, de estas pruebas proporcionarán una base sólida de cómo influye al proyecto incorporando filamentos de sisal y polipropileno.

Tabla 12. Lista de Ensayos que se realizarán para la investigación

ENSAYO	ASTM
Resistencia a la compresión	C39/C39M-18
Resistencia a la flexión	C78/C78M-18
Resistencia a la tracción	C496/C496M-17
Slump	C143
Masa Unitaria (kg/cm ³)	C138M
Contenido de aire (%)	C231 (método de presión)
Exudación (%)	C232
Segregación	C1610
Permeabilidad (lt/m ² /min)	C1701
CBR (California Bearing Ratio)	D1883
IMDA	MTC - Sección 203
Efecto del Tráfico	MTC – Cap. 14
Serviciabilidad	
Módulo de Ruptura del Concreto (Mr)	
Monograma de AASHTO	

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Validez: Según (Creswell, 2014,): La precisión de un equipo de medición o procedimiento en relación con su capacidad para medir lo que se propone medir. En el contexto de este estudio, la validez se garantizará mediante la adhesión a estrictas normas y protocolos de prueba, como los establecidos por la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM). Estas normas garantizan que las pruebas realizadas sean apropiadas para los propósitos del estudio y proporcionen medidas precisas de las propiedades que se están investigando. Además, la validez

se fortalecerá al realizar pruebas repetidas en múltiples muestras para minimizar la variación y garantizar que los logros sean satisfactorios para los locales.

Confiabilidad: Para (Tuckman, 1999), la confiabilidad es la consistencia de las medidas de un instrumento o procedimiento de prueba. En el caso de nuestra investigación, la confiabilidad se asegurará a través de procedimientos estandarizados de obtención de información, lo que garantiza la consistencia en todas las pruebas realizadas. Los ensayos se realizarán en condiciones de laboratorio controladas para minimizar la influencia de factores externos. Además, se utilizarán instrumentos de medición precisos y confiables, y se verificarán y calibrarán antes de cada serie de pruebas para asegurar su precisión. Finalmente, los resultados serán revisados y validados por investigadores experimentados para garantizar su precisión y confiabilidad.

3.5 Procedimiento

El procedimiento para realizar el estudio “Diseño y mejoramiento de pavimento rígido con fibra de sisal y residuo de mascarilla en Av. La playa, Ventanilla - 2023” se llevará a cabo de la siguiente manera:

Para el desarrollo del proyecto, primero adquirimos los materiales finos y grueso obtenido de diversas canteras siendo la última la Cantera la Romaña, que luego fue llevado al laboratorio para analizar y obtener los resultados necesarios para el diseño óptimo de la mezcla, siguiendo el método ACI 211.1. Posteriormente, se procedió a conseguir las fibras de sisal se compraron en mercados textiles cercanos y una vez en nuestras manos se procesaron para obtener hilos más finos. Por otro lado, recopilamos máscaras quirúrgicas de hospitales utilizando bolsas de seguridad. Una vez recogidas, se procedió a su limpieza y desinfección adecuadas. Finalmente, se llevarán a cabo en probetas y vigas en periodos de 7, 14 y 28 días. Para más detalle se observa el cuadro de procedimientos en la figura 25.

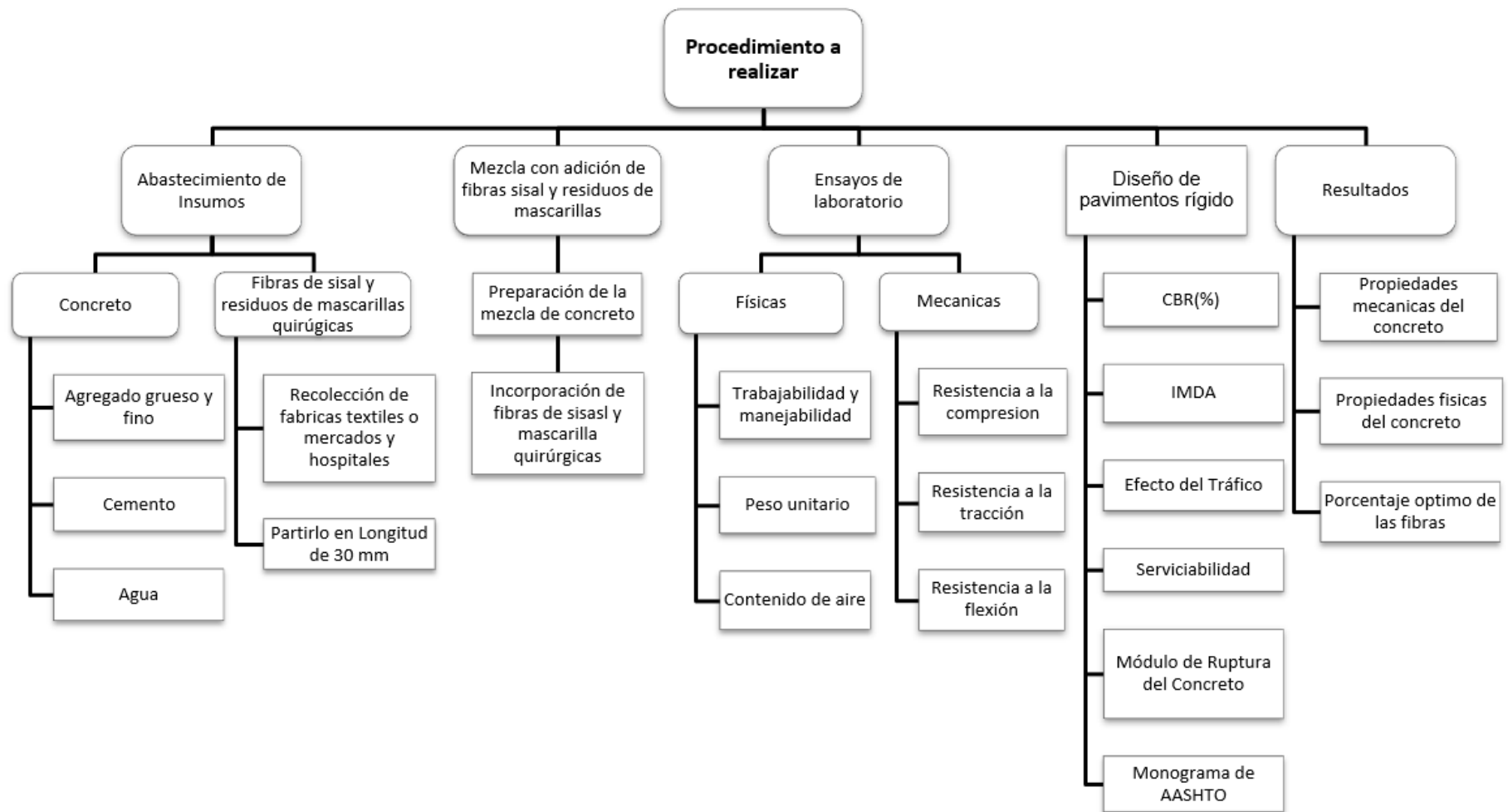


Figura 25. Cuadro de Procedimiento para realizar

Fuente: (Machaca Caso, 2022 pág. 43)

Selección del Material

Se mezclarán los materiales y se crearán materiales de prueba incorporado con fibra de sisal y polipropileno en diversas proporciones. Estas muestras se prepararán adecuadamente antes de las pruebas. Por otra parte, se extrajeron las muestras provenientes de tres canteras: Romaña, Nor Building Sac y Mountain Power con el fin de ensayar los agregados presenta las propiedades para el diseño del concreto con la resistencia requerida. De las mencionadas canteras la primera se sitúa en el distrito de Ventanilla, provincia de Callao, perteneciente al departamento del Callao, a una distancia de alrededor de 10.2 km del centro urbano. Desde el lugar donde se realiza este estudio, el viaje hasta la cantera Romaña dura, aproximadamente, 20 minutos en vehículo.

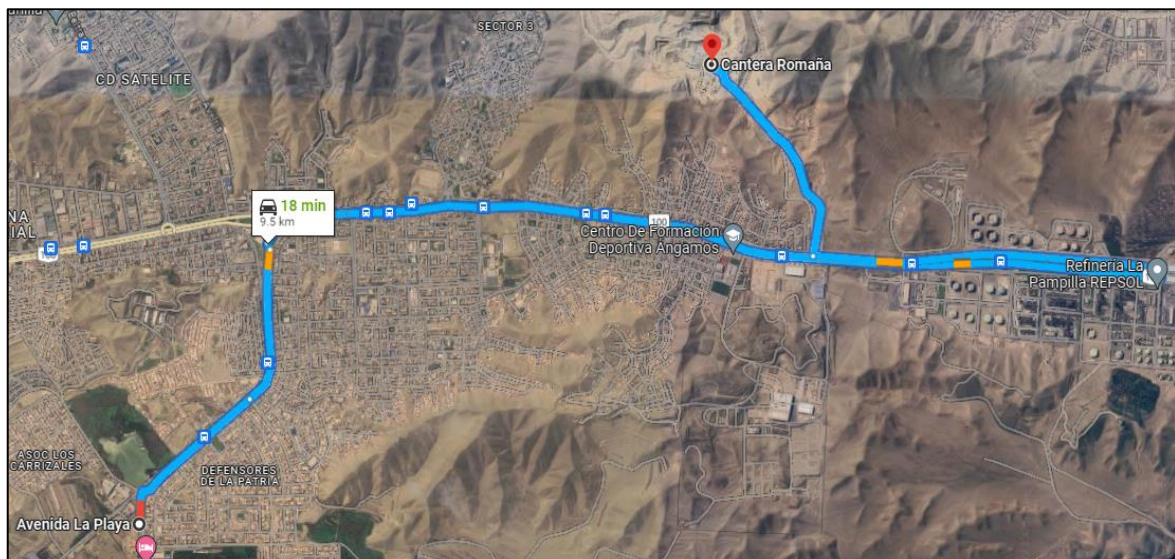


Figura 26. Ubicación de la Cantera Romaña

Fuente: Google Maps

Obtención de los agregados

Las pruebas de laboratorio donde se efectuaron dichos ensayos a través de la granulometría, pruebas para obtener el peso unitario suelto y compacto, el contenido de humedad, pruebas para calcular sus valores reales de los materiales. En estos ensayos, tras obtener las muestras de agregados fino y grueso, se sitúan en un horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas, como se ilustra en la figura 27.



Figura 27. Secado de los Agregados

Fuente: Desarrollado por el Tesista

En el estudio de los agregados gruesos, se siguieron los parámetros establecidos por la norma ASTM C136. La muestra fue tamizada utilizando mallas de distintos tamaños: 2", 1 ½", 1", ¾", ⅜" y N°4. Una vez realizada la tamización, se determinó el peso del material retenido en cada malla. Con esta información, se calculó el porcentaje del material de cada tamaño, lo que a su vez permitió determinar el módulo de finura y el tamaño máximo nominal. A partir de estos datos, se elaboró la curva granulométrica del agregado grueso, mostrando la distribución de las partículas según su tamaño.

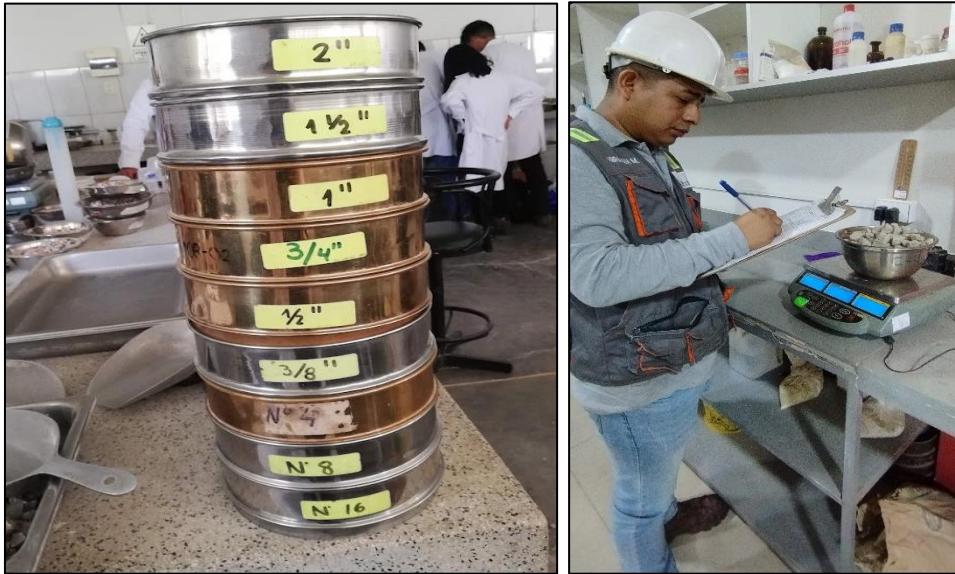


Figura 28. Tamiz del Agregado Grueso

Fuente: Desarrollado por el Tesista

En cuanto a los agregados finos, también se procedió según la norma ASTM C136. La muestra fue tamizada usando mallas de los siguientes tamaños: 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100 y #200. Posteriormente, se determinó el peso del material retenido en cada tamiz. Utilizando estos resultados, se calculó el módulo de finura y el tamaño máximo nominal del agregado fino. Finalmente, se construyó el gráfico que muestra la gradación de tamaños de las partículas, denominado curva granulométrica.



Figura 29. Tamiz del Agregado Fino

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Para medir la humedad de los agregados en su estado natural, se siguió la norma ASTM C566 donde se pesaron las dos muestras ya mencionadas, luego se secaron en un horno durante 24 horas y se volvieron a pesar. La diferencia en el peso nos muestra el contenido de agua que tenían.



Figura 30. Ensayo de Contenido de Humedad de los agregados

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Para el ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado se siguió la norma ASTM C29, donde primero se midió el peso de los agregados cuando se vierten libremente en un molde. Posteriormente, para determinar el peso compactado, los agregados se consolidaron utilizando una varilla metálica, aplicando 25 golpes en tres capas distintas. El peso obtenido se dividió entre el volumen del molde. Este procedimiento se realizó en tres veces para promediar los resultados.



Figura 31. Ensayo de Peso Unitario y Compactado del agregado grueso

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Para el ensayo del peso específico del agregado grueso se siguió la norma ASTM C127, se dispuso la muestra representativa y se insertó en una canastilla para pesarlo. Luego, se hizo una nueva pesada con el agregado sumergido en agua. La relación entre ambos pesos nos proporciona el valor numérico de dicho ensayo



Figura 32. Ensayo del Peso Específico del agregado grueso

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Para el ensayo del peso específico del agregado fino se siguió la norma ASTM C128, se empleó un picnómetro y un molde cono truncado para medir el peso específico del agregado fino. El picnómetro se llenó con una cantidad predeterminada de agua destilada, a la que se añadió posteriormente el agregado fino. Tras asegurar la eliminación de burbujas de aire, se procedió a pesar la mezcla, lo que nos permitió calcular su valor numérico.



Figura 33. Ensayo del Peso Específico del agregado fino

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Obtención de la fibra

Recolección de fibra de sisal:

Para obtener la fibra de sisal en forma de hilos, se obtuvo de forma artesanal de la planta ubicada al pueblo “La Ramada”, perteneciente al distrito de Cutervo en Cajamarca. El proceso comenzó con la recolección cuidadosa de la planta, seguida de su despiece en tiras pequeñas para eliminar la savia presente en su interior, dejando así únicamente la fibra. Estos hilos serían posteriormente sometidos a rigurosas pruebas físicas y mecánicas en nuestro laboratorio.



Figura 34. Extracción de la Fibra Sisal

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Recolección de fibras de polipropileno de máscaras quirúrgicas:

Para recolectar estas fibras, es necesario implementar un proceso sistemático y seguro en los hospitales. Primero, las máscaras usadas se recolectan en contenedores específicos para evitar cualquier contaminación. Una vez recolectadas, se transportan a instalaciones donde se someten a un proceso de esterilización, generalmente mediante calor o tratamientos químicos, para eliminar cualquier patógeno.



Figura 35. Recolección de Máscaras Quirúrgicas

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Preparación de la fibra de Sisal

Posteriormente, la fibra se lavó y secó adecuadamente antes de someterse a un tratamiento de curado con cal, utilizando 5 gramos de cal mezclados por cada litro de agua. Tras el tratamiento, la fibra se dejó reposar hasta secarse completamente, y luego se cortó en tiras de 3 centímetros de longitud, preparándola para su incorporación como aditivo al cemento.



Figura 36. Corte de la Fibra Sisal

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Cemento Empleado

Se empleó CEMENTO PORTLAND TIPO I como material, el cual presenta las siguientes especificaciones técnicas.



PARÁMETRO	UNIDAD	CEMENTO SOL	REQUISITOS NTP-334.009/ ASTM C-150
Contenido de aire	%	7	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	323	Mínimo 260
Densidad	g/cm ³	3.13	No específica
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	303	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	382	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	449	Mínimo 285 (*)
TIEMPO DE FRAGUADO			
Fraguado Vicat inicial	min	129	45 a 375
COMPOSICIÓN QUÍMICA			
MgO	%	2.9	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.8	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.2	Máximo 3.5
Residuo insoluble	%	0.9	Máximo 1.5
FASES MINERALÓGICAS			
C2S	%	12	No específica
C3S	%	55	No específica
C3A	%	10	No específica
C4AF	%	10	No específica

RECOMENDACIONES GENERALES

DOSIFICACIÓN:

- > Utilizar agua, arena y piedra libre de impurezas.
- > Respetar la relación agua-cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- > Para desarrollar la resistencia a la compresión del concreto y evitar grietas, se necesita curar por lo menos durante 7 días.

MANIPULACIÓN:

- > Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- > Usar la vestimenta y epp adecuados: casco, protectores para los ojos, guantes y botas.
- > El contacto con la humedad o con el polvo de cemento sin protección puede causar irritación o daño en la piel.

ALMACENAMIENTO:

- > Las bolsas con cemento deben ser almacenadas en recintos secos, protegidos de la intemperie, lluvia y humedad.
- > Las bolsas deben ser colocadas sobre parihuelas de madera seca, en áreas niveladas y estables. Posteriormente cubrir las con mantas de plástico.
- > Apilar como máximo 10 bolsas de cemento y evitar tiempos prolongados de almacenamiento.

Figura 37. Ficha Técnica del Cemento

Fuente: (UNACEM, 2023, págs. 1-2)

Diseño de mezcla de concreto

El resultado de los ensayos en los áridos, siguiendo las directrices del Comité ACI 21182, orientadas para diseño con resistencia de $f'c=280\text{kg/cm}^2$. En este diseño, se determinará la relación apropiada en términos de cantidad y/o peso de cada elemento del concreto (como cemento, el agregado fino, grueso y agua), así como las concentraciones de las fibras (1.00%, 1.50%, 2.25% y 3.00%).

Tabla 13. Diseño de mezcla para cada porcentaje de fibra

Descripción	Cemento (Kg/m ³)	Agua (Lt)	Sisal (Kg)	Mascarilla (Kg)	A. Grueso (Kg/m ³)	A. Fino (Kg/m ³)
C° Patrón	464	228	-	-	936	648
C° Patrón + 1.00% (0.25% F.S + 0.75% R.M)	464	228	4	7	936	622
C° Patrón + 1.50% (0.50% F.S + 1.00% R.M)	464	228	8	9	936	610
C° Patrón + 2.25% (0.75% F.S + 1.50% R.M)	464	228	11	14	936	590
C° Patrón + 3.00% (1.00% F.S + 2.00% R.M)	464	228	15	19	936	571

Fuente: Desarrollado por el Tesista

3.6 Método de análisis de datos

Durante el estudio “Diseño y mejoramiento de pavimento rígido con fibra de sisal y residuo de mascarilla en Av. La playa, Ventanilla - 2023” se analizarán utilizando técnicas estadísticas apropiadas. Según (Creswell, 2014, pág. 224), los métodos de análisis de datos deben ser sistemáticos y seguir un proceso definido para asegurar la precisión y confiabilidad de las conclusiones.

Inicialmente, se realizará un análisis descriptivo para proporcionar una visión general de los datos recopilados. Además, se realizarán análisis inferenciales para determinar si las diferencias observadas en los ensayos del hormigón reforzado con fibra de sisal y polipropileno son estadísticamente significativas. Esto podría implicar la realización de pruebas de hipótesis, como la prueba de chi-cuadrado, dependiendo de cómo resulten cada información.

3.7 Aspectos éticos

Respecto a las consideraciones éticas, se seguirá las ideas por la Asociación Americana de Psicología (APA) e ISO 690-2017 para la conducta ética en la investigación. Según (Resnik, 2015, pág. 1) estos principios incluyen la veracidad, la objetividad, la integridad, el cuidado, la confidencialidad, la consideración hacia los derechos y la integridad de los demás, así como el compromiso con la sociedad y la conservación del entorno ambiental.

Se garantizará la honestidad en todas las fases de la investigación, desde la acumulación de datos hasta la exposición de los resultados. Se evitará cualquier prejuicio en la interpretación de los datos y se presentarán los resultados tal como se encuentren, sin importar si estos respaldan o refutan las hipótesis iniciales del estudio. Se protegerá la privacidad de cualquier información privada recopilada durante el estudio, y se tratará con el máximo respeto a todas las personas y entidades participantes en la investigación. Además, se tomarán todas las precauciones necesarias para minimizar cualquier daño ambiental durante la recopilación de muestras y la realización de ensayos.

IV. RESULTADOS

4.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:

“Diseño y mejoramiento de pavimento rígido con fibra de sisal y residuo de mascarilla en Av. La playa, Ventanilla – 2023”

Ubicación Política:

Departamento : Lima

Provincia : Callao

Distrito : Ventanilla

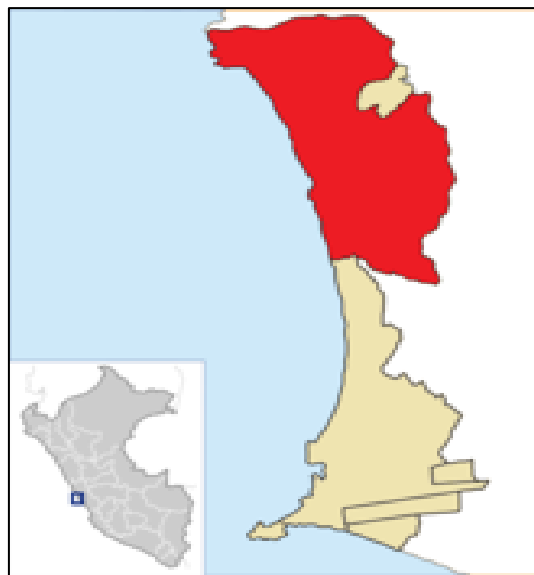


Figura 38. Mapa de ubicación geográfica

Fuente: Municipalidad de Ventanilla, 2022

Límites:

Norte : Distrito de Santa Rosa y el Distrito de Ancón

Sur : Río Chillón, Distrito de San Martín de Porres y el Distrito del Callao

Este : Distrito de Mi Perú y el Distrito de Puente Piedra

Oeste : Océano Pacífico

Ubicación Geográfica:

El distrito de Ventanilla, ubicado en la provincia constitucional del Callao, se extiende cerca del nivel del mar, con una altitud aproximada de 8 metros sobre este. Este territorio, que abarca una superficie de alrededor de 150.56 km², se caracteriza por su riqueza natural, con humedales que sirven de refugio a una diversidad de aves migratorias. Geográficamente, las coordenadas de Ventanilla son aproximadamente 11°52'44"S de latitud y 77°7'14"O de longitud.

Clima:

El distrito de Ventanilla presenta un clima que se puede describir como árido y semicálido. A lo largo del año, Ventanilla es testigo de cielos mayormente cubiertos, un manto grisáceo que se tiende sobre la ciudad y se mantiene predominante, especialmente durante los meses de invierno. Las lluvias son escasas, y cuando

ocurren, suelen ser ligeras y efímeras. Las temperaturas, por su parte, raramente alcanzan extremos, manteniéndose en un rango moderado que oscila entre los 14°C en los meses más fríos y los 28°C en la temporada más cálida.

4.2. RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

Para etiquetar probetas y vigas confeccionadas se pusieron las siguientes codificaciones

Tabla 14. Cuadro de Codificación para las muestras

Descripción	Identificación
C° Patrón	C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)
C° Patrón + 1.00% (0.25% Fibra Sisal + 0.75% Residuos de Mascarilla)	C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)
C° Patrón + 1.50% (0.50% Fibra Sisal + 1.00% Residuos de Mascarilla)	C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)
C° Patrón + 2.25% (0.75% Fibra Sisal + 1.50% Residuos de Mascarilla)	C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)
C° Patrón + 3.00% (1.00% Fibra Sisal + 2.00% Residuos de Mascarilla)	C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)

Fuente: Desarrollado por el Tesista

4.2.1. ENSAYOS EN AGREGADOS

Se llevó a cabo un análisis granulométrico de las tres canteras analizadas de la cual la que tuvo buenos resultados buscando el agregado con la gradación más adecuada fue la cantera Romaña. Los ensayos realizados incluyeron: análisis granulométrico, medición de absorción, determinación de cuánta agua posee, cálculo de la densidad, además de la determinación del peso por unidad tanto en su estado no compacto como compacto

4.2.1.1. Análisis granulométrico de los agregados

Granulometría del Agregado Fino

Se utilizaron mallas específicas, conforme a lo estipulado por la norma ASTM C136. Tras pesar el material retenido en cada tamiz, se consignaron los datos en la tabla 15.

Tabla 15. Cuadro de Granulometrías del agregado fino

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	78.6	5.3	5.3	94.7	95	100
Nº 08	2.360	158.9	10.7	16.0	84.0	80	100
Nº 16	1.180	326.4	22.0	38.0	62.0	50	85
Nº 30	0.600	236.4	15.9	53.9	46.1	25	60
Nº 50	0.300	365.3	24.6	78.5	21.5	10	30
Nº 100	0.150	184.4	12.4	90.9	9.1	2	10
Fondo		11.8	0.8	91.7	8.3		
Módulo de Fineza				2.824			

Fuente: Desarrollado por el Tesista

La representación gráfica de la curva granulométrica nos facilita la comprobación del material satisface los márgenes definidos en la norma ASTM C136.

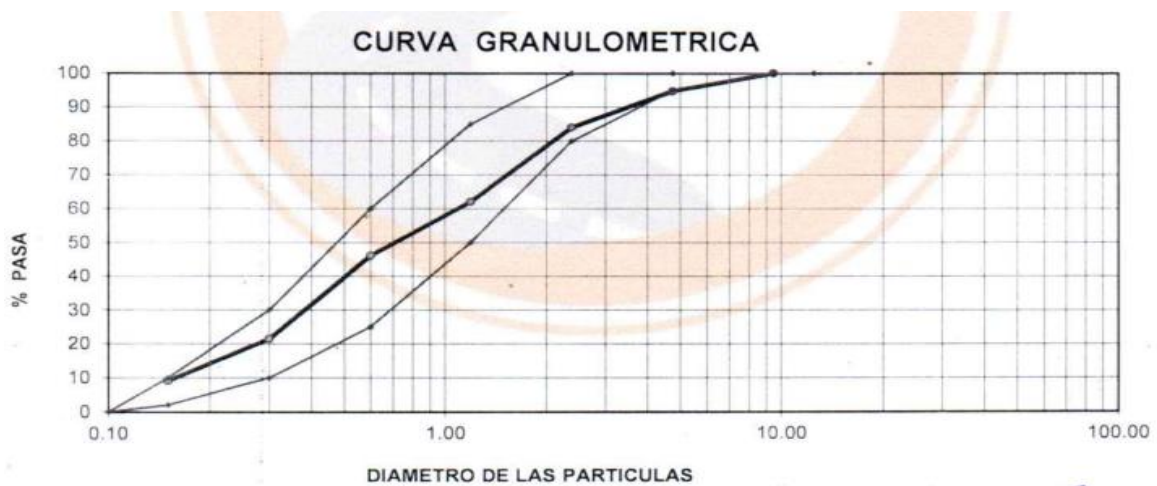


Figura 39. Curva Granulométrica del agregado fino

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: Se evidencia en la figura anterior que la línea negra sombreado representa como se distribuye de manera uniforme dentro de los márgenes permitidos por la norma ASTM C136, presentando una buena gradación. El Módulo de Finura (MF) que es de 2.83, esta detallado en la tabla 15

Granulometría del Agregado Grueso

De igual manera, para este ensayo, se aplicaron las directrices de la norma ASTM C136, utilizando los tamices correspondientes y pesando el material de cada uno. Los datos se encuentran detallados en la tabla 13.

Tabla 16. Cuadro de Granulometría del agregado grueso.

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
2"	50.000	0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
1"	24.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19.050	0	0.0	0.0	100.0	100	100
1/2"	12.500	296.3	5.6	5.6	94.4	90	100
3/8"	9.530	2465.2	46.9	52.5	47.5	40	70
Nº 04	4.750	1785.6	34.0	86.5	13.5	0	15
Nº 08	2.380	0	0.0	86.5	13.5	0	5
Nº 16	1.190	0	0.0	86.5	13.5		
Nº 30	0.590	0	0.0	100.0	0.0		
Nº 50	0.297	0	0.0	100.0	0.0		
Nº 100	0.149	0	0.0	100.0	0.0		
Fondo							
Tamaño Máximo			1/2"	12.5	M.F	6.45	
Tamaño Máximo Nominal			3/4"	19.1			

Fuente: Desarrollado por el Tesista

La representación gráfica de la curva granulométrica nos facilita la comprobación de si el material satisface los márgenes definidos en la norma ASTM C136.

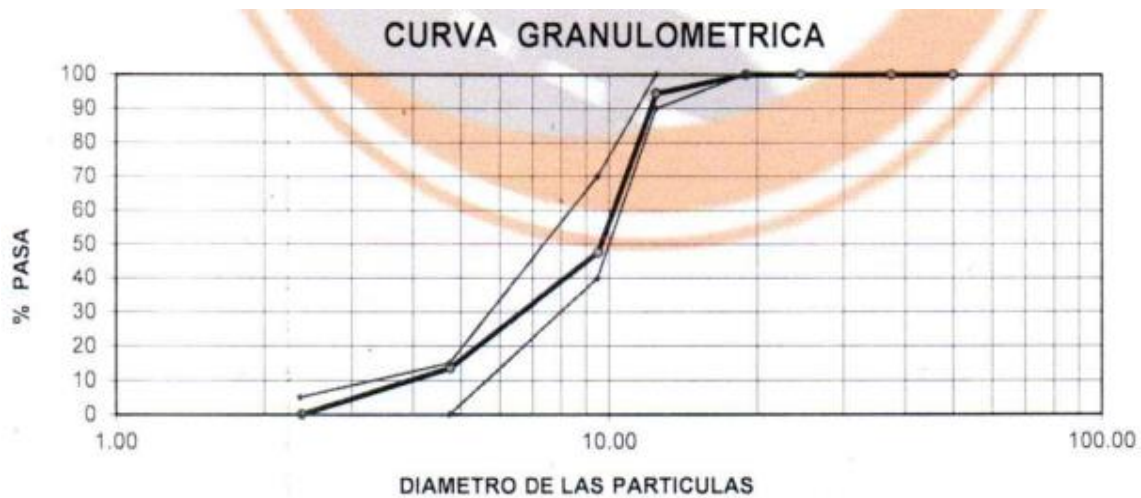


Figura 40. Curva Granulométrica del agregado grueso

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: Como se puede evidenciar en la figura anterior que la línea negra sombreado representa como se distribuye la curva del agregado grueso (AG) de manera uniforme dentro de los márgenes permitidos por la norma ASTM C136, presentando una buena gradación. El Módulo de Finura (MF) que es de 6.45, esta y su TMN fue de 3/4", detallado en la tabla 16

4.2.1.2. Contenido de humedad evaporable de los agregados

Para evaluar la humedad, se seleccionó una porción representativa de la muestra total mediante el proceso de cuarteo. Esta fracción se colocó en un recipiente y se registró su peso inicial. Luego, se sometió en un horno todo el día. Al finalizar, se pesó nuevamente. Con ambos pesos registrados, se procedió a calcular utilizando la ecuación correspondiente:

$$w\% = \frac{W - W_s}{W_s} \times 100$$

Donde:

w%: Porcentaje de humedad del material

W: Peso del material húmedo

Ws: Peso del material seco

Contenido de humedad del Agregado Fino

Tabla 17. Resultado del Contenido de humedad del agregado fino

N°	DESCRIPCIÓN	UND	M - 1	M - 2	Promedio
1	Peso de la tara + Muestra Húmeda	g	364.9	344.7	
2	Peso de la tara + Muestra Seca	g	362.3	342.1	
3	Peso del agua contenida (1-2)	g	2.6	2.6	
4	Peso de la muestra seca	g	276.7	258.0	
Contenido de Humedad (3/4)*100		%	0.94	1.01	0.97

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: El análisis reveló un contenido de humedad del 0.97% indicando que la proporción de agua respecto al peso total del material es mínima. Esta baja proporción de humedad ayuda a minimizar el riesgo de que ocurran una segregación y favorezca la resistencia del diseño a lo largo de la investigación

Contenido de humedad del Agregado Grueso

Tabla 18. Resultado de Contenido de humedad del agregado grueso

N°	DESCRIPCIÓN	UND	M - 1	M - 2	Promedio
1	Peso de la tara + Muestra Húmeda	g	361.0	351.2	
2	Peso de la tara + Muestra Seca	g	360.0	350.0	
3	Peso del agua contenida (1-2)	g	1.0	1.2	
4	Peso de la muestra seca	g	274.4	265.9	
Contenido de Humedad (3/4)*100		%	0.36	0.45	0.41

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: El análisis reveló un porcentaje del 0.41%, esto implica que la mayoría de sus espacios internos están secos, aportando una cantidad insignificante de agua al concreto haciendo que tenga un efecto positivo en la mezcla final del diseño

4.2.1.3. Peso unitario suelto y compactado de los agregados

Al determinar el peso unitario de los agregados, nos enfocamos en dos estados: suelto y compactado. Inicialmente, para el estado suelto, se llena un molde con los agregados y se pesa sin aplicar ninguna presión. Sin embargo, para obtener el peso en estado compactado, se introduce el material en el molde en tres etapas o capas, asegurando que el material quede bien asentado.

Peso unitario suelto y compactado del agregado fino

Tabla 19. Resultado del Peso Unitario Suelto del agregado fino

N°	DESCRIPCIÓN	M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la muestra+ Molde	9162g	9101g	9096g
2	Peso del Molde	5850g	5850g	5850g
3	Peso de la muestra (1-2)	3312g	3251g	3246g
4	Volumen del Molde	2080cm ³		
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra (g/cm ³)	1.592	1.563	1.561
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		1572Kg/m³		

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Tabla 20. Resultado del Peso Unitario Compactado del agregado fino

N°	DESCRIPCIÓN	M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la muestra+ Molde	9362g	9374g	9351g
2	Peso del Molde	5850g	5850g	5850g
3	Peso de la muestra (1-2)	3512g	3524g	3501g
4	Volumen del Molde	2080cm ³		
5	Peso unitario compacto de la muestra (g/cm ³)	1.688	1.694	1.683
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTO		1689Kg/m³		

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: Se evidenció un peso suelto de 1572 Kg/m³, que está dentro del intervalo definido por la norma NTP N° 400.017, rangos establecidos de 1400 Kg/m³ a 1600 Kg/m³. Asimismo, el peso unitario compactado del agregado fino es de 1689 Kg/m³, ajustándose al intervalo de 1500 Kg/m³ a 1700 Kg/m³ que marca la misma norma. Ambos valores cumplen con lo estipulado.

Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

Tabla 21. Resultado del Peso Unitario Suelto del agregado grueso

N°	DESCRIPCIÓN	M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la muestra+ Molde	9040g	9052g	9022g
2	Peso del Molde	5850g	5850g	5850g
3	Peso de la muestra (1-2)	3190g	3202g	3172g
4	Volumen del Molde	2080cm ³		
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra (g/cm ³)	1.534	1.539	1.525
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		1533Kg/m³		

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Tabla 22. Resultado del Peso Unitario Compactado del agregado grueso

N°	DESCRIPCIÓN	M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la muestra+ Molde	9386g	9411g	9392g
2	Peso del Molde	5850g	5850g	5850g
3	Peso de la muestra (1-2)	3536g	3561g	3542g
4	Volumen del Molde	2080cm ³		
5	Peso unitario compacto de la muestra (g/cm ³)	1.700	1.712	1.703
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTO		1705Kg/m³		

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: Se evidenció un peso suelto de 1533 Kg/m³, que está dentro del intervalo definido por la norma NTP N° 400.017, rangos establecidos de 1500 Kg/m³ a 1700 Kg/m³. Asimismo, el peso unitario compactado del agregado fino es de 1705 Kg/m³, ajustándose al intervalo de 1600 Kg/m³ a 1900 Kg/m³ que marca la misma norma. Ambos valores cumplen con lo estipulado.

4.2.1.4. Densidad relativa de los agregados

La NTP 400.021 evalúa dos características del material: su peso específico, que compara el peso del agregado con el del agua, y su capacidad de absorción, que indica cuánta agua puede retener el material.

Peso específico y absorción del agregado fino

Tabla 23. Resultado del Peso Específico y absorción del agregado fino

N°	DESCRIPCIÓN	M - 1
1	Peso de la arena sss + Recipiente + Agua	978.5 g
2	Peso de la arena sss + Recipiente	673.3 g
3	Peso del agua (W=1-2)	305.2 g
4	Peso de arena seca al horno + Recipiente	665.4 g
5	Peso del recipiente	173.3 g
6	Peso de la arena seca al horno (A=4-5)	492.1 g
7	Volumen del recipiente (V=500)	500 cm ³

N°	DESCRIPCIÓN	M - 1
1	Peso específico muestra seca (A/(V-W))	2.526 g
2	Peso específico muestra sss (500/(V-W))	2.567 g
3	Peso específico aparente (A/(V-W)-(V-A))	2.633 g
Porcentaje de absorción (%)		1.61 %

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: Resultó ser de 2.526 g/cm³. Además, el agregado fino demostró una capacidad de absorción del 1.61%.

Peso específico y absorción del agregado grueso

Tabla 24. Resultado del Peso Específico y absorción del agregado grueso

N°	DESCRIPCIÓN	M - 1	M - 2	PROMEDIO
1	Peso de la muestra sumergida (A)	1695g	1652g	
2	Peso muestra Sat. Sup Seca (B)	2976g	3189g	
3	Peso muestra seca (C)	2940g	3152g	
4	Peso específico Sat. Sup Seca (B/(B-A))	2.323g/cm ³	2.075g/cm ³	2.199
5	Peso específico de masa (C/(B-A))	2.295g/cm ³	2.051g/cm ³	2.173
6	Peso específico aparente (C/C-A)	2.361g/cm ³	2.101g/cm ³	2.231
Absorción de agua (((B-C)/C)*100)		1.2%	1.2%	1.20

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: Resultó ser de 2.173 g/cm³. Además, el agregado fino demostró una capacidad de absorción del 1.20%.

4.2.2. Diseño de mezcla de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ (ACI 211.1)

Se empleó el procedimiento según la normativa ACI 211.1 que alcanzara una resistencia nominal de 280 kg/cm^2 . Para ello, los resultados de pruebas realizadas anteriormente en los agregados. Un recopilado de estas características se encuentra disponible en la Tabla 25.

Tabla 25. Cuadro Resumen de los agregados

Descripción	Agregado Fino	Agregado Grueso
Módulo de Finura	2.83	6.45
Tamaño Máximo Nominal	N° 4	1/2"
Peso Unitario Suelto	1572 kg/m ³	1533 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1689 kg/m ³	1705 kg/m ³
Peso Especifico	2.526	2.173
Contenido de Humedad	0.97%	0.41%
Absorción	1.61%	1.20%
Peso Especifico del Cemento	3110 kg/m ³	

Fuente: Desarrollado por el Tesista

La Tabla 26 presenta la composición de la mezcla de referencia, diseñada para lograr una resistencia a la compresión de 280 kg/cm^2 . Esta mezcla específica se seleccionó para su uso en la construcción de pavimentos rígidos.

Tabla 26. Diseño de mezcla patrón $f'c=280\text{ kg/cm}^2$

Diseño de Mezcla Patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2$ (ACI 211.1)		
Componentes	Mezcla para 1m ³	Dosificación por volumen
Cemento	464 kg/m ³	1
Agua	228 lt/m ³	20.9
Agregado Grueso	936 kg/m ³	2.0
Agregado Fino	648 kg/m ³	1.4

Fuente: Desarrollado por el Tesista

La Tabla 27 - 30 muestra la dosificación incorporando las dos fibras en diversos porcentajes (1%, 1.5%, 2.25% y 3%) al concreto, con el objetivo de verificar si alcanzan la resistencia requerida para un pavimento rígido.

Tabla 27. Diseño de mezcla a 1% (0.25% Sisal + 0.75% Mascarilla)

Diseño 1% (0.25% Sisal + 0.75% Mascarilla)		
Componentes	Mezcla para 1m ³	Dosificación por volumen
Cemento	464 kg/m ³	1
Agua	228 lt/m ³	20.9
Sisal	4 kg/m ³	0.01
Mascarilla	7 kg/m ³	0.01
Agregado Grueso	936 kg/m ³	2.0
Agregado Fino	622 kg/m ³	1.3

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Tabla 28. Diseño de mezcla a 1.5% (0.50% Sisal + 1.00% Mascarilla)

Diseño 1.5% (0.50% Sisal + 1.00% Mascarilla)		
Componentes	Mezcla para 1m ³	Dosificación por volumen
Cemento	464 kg/m ³	1
Agua	228 lt/m ³	20.9
Sisal	8 kg/m ³	0.69
Mascarilla	9 kg/m ³	0.85
Agregado Grueso	936 kg/m ³	2.0
Agregado Fino	648 kg/m ³	1.3

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Tabla 29. Diseño de mezcla a 2.25% (0.75% Sisal + 1.5.% Mascarilla)

Diseño 2.25% (0.75% Sisal + 1.5.% Mascarilla)		
Componentes	Mezcla para 1m ³	Dosificación por volumen
Cemento	464 kg/m ³	1
Agua	228 lt/m ³	20.9
Sisal	11 kg/m ³	0.02
Mascarilla	14 kg/m ³	0.03
Agregado Grueso	936 kg/m ³	2.0
Agregado Fino	648 kg/m ³	1.3

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Tabla 30. Diseño de mezcla a 3% (1.00% Sisal + 2.00% Mascarilla)

Diseño 3% (1.00% Sisal + 2.00% Mascarilla)		
Componentes	Mezcla para 1m ³	Dosificación por volumen
Cemento	464 kg/m ³	1
Agua	228 lt/m ³	20.9
Sisal	15 kg/m ³	0.03
Mascarilla	19 kg/m ³	0.04
Agregado Grueso	936 kg/m ³	2.0
Agregado Fino	6 kg/m ³	1.2

Fuente: Desarrollado por el Tesista

OE 1: Determinar cómo influye la adición de fibras sisal y mascarillas en las propiedades físicas de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla – 2023

4.2.3. PROPIEDADES FÍSICAS

4.2.3.1. Medición de la consistencia, trabajabilidad y asentamiento (ASTM C143)

El molde se llenó en tres etapas, utilizando un cucharón para cada una, y luego se compactó cada capa aplicando 25 varillazos. Una vez lleno, se niveló la superficie y, tras retirar el molde, se midió la variación en la altura para determinar el asentamiento de la mezcla.



Figura 41. Ensayo del Slump del concreto

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Utilizando la información recogida, se ha confeccionado el siguiente cuadro:

Tabla 31. Resumen de los resultados de los asentamientos obtenidos

Resultados finales de medición al ensayo				
Dosificación	Asentamiento		Consistencia	Trabajabilidad
	in	cm		
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	4 1/2	11.5	Plástica	Trabajable
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	4 1/3	11.0		
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	4 1/7	10.5		
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	3 3/4	9.5		
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	3 1/2	9.0		

Fuente: Desarrollado por el Tesista

La Figura 42 presenta los resultados de los diferentes asentamientos correspondientes a las variadas dosificaciones aplicadas al concreto.

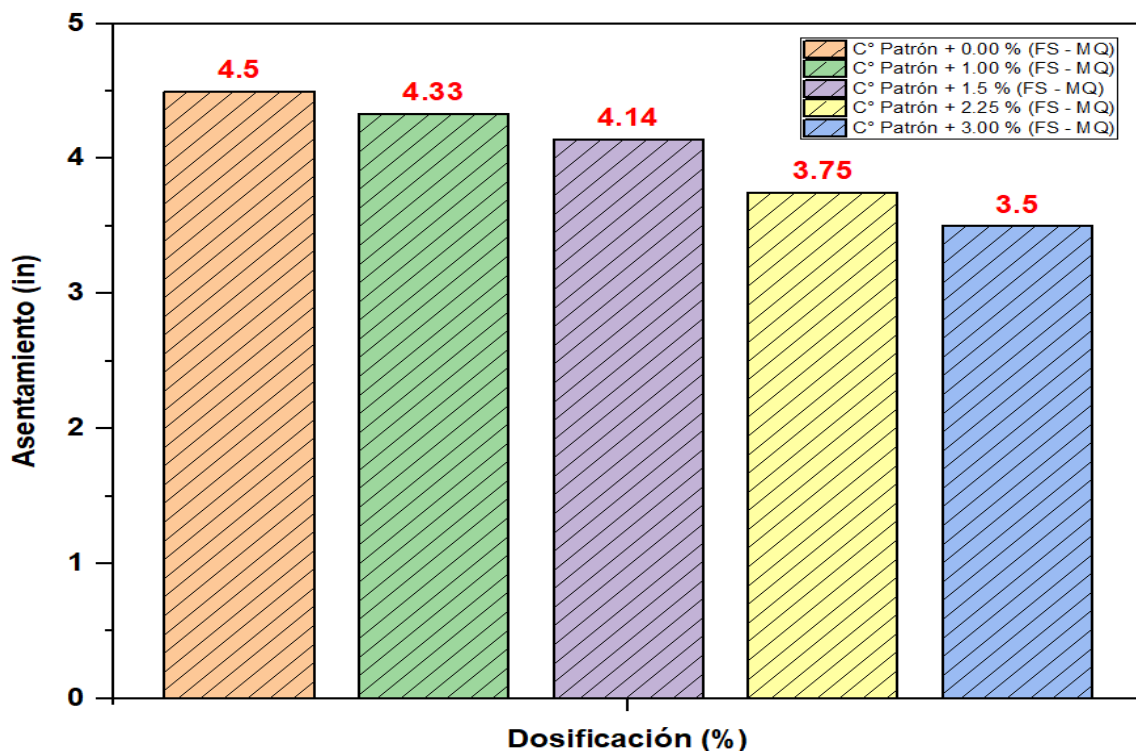


Figura 42. Gráfico de barras de los asentamientos obtenidos de cada dosificación

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: Siguiendo los procedimientos de la norma NTP 339.035 se ha podido obtenidos los siguientes asentamientos registrados para la mezcla patrón y las adicionadas con las fibras (Sisal y residuos de mascarilla) en dosificaciones de 0.00%, 1.00%, 1.5%, 2.25% y 3.00%. Se evidenciaron que la primera muestra, considerada como el estándar, muestra un asentamiento de 4 1/2 pulgadas (11.5 cm). Esta muestra tiene una consistencia plástica y es clasificada como trabajable. La segunda muestra, con una dosificación de C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ), registra un asentamiento ligeramente menor de 4 1/3 pulgadas (11.0 cm), lo que representa una disminución del 4.35% en el asentamiento en comparación con la muestra patrón. A pesar de esta disminución, la muestra mantiene una consistencia plástica y se categoriza como trabajable. Continuando con la tercera muestra, con C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ), se observa un asentamiento de 4 1/7 pulgadas (10.5 cm). Esto indica una reducción del 8.69% en asentamiento comparado con la muestra patrón. Al igual que las anteriores, esta muestra se caracteriza por tener una consistencia plástica y es considerada trabajable. La cuarta muestra, C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ), presenta un asentamiento de 3 3/4 pulgadas (9.5 cm), lo cual refleja una disminución más notable de 17.39% frente al patrón. A pesar de la disminución del asentamiento, se mantiene dentro de la categoría de consistencia plástica y trabajabilidad. Finalmente, la quinta muestra, C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ), muestra un asentamiento de 3 1/2 pulgadas (9.0 cm), siendo esta la reducción más significativa de 21.74% en comparación con la muestra patrón. Aunque es la que menor asentamiento presenta, continúa siendo plástica y trabajable. Todos estos valores corresponden a una consistencia plástica según la Tabla 6, donde las clases de mezclas se definen según el asentamiento. Además, siguiendo los parámetros de la Tabla 6, todas las muestras son clasificadas como trabajables, lo que indica que pueden manejarse, transportarse y colocarse adecuadamente con los métodos de compactación apropiados, como la vibración normal o ligera, según sea necesario.

4.2.3.2. Medición del peso unitario del concreto (ASTM C138)

Se llevó a cabo utilizando la Olla de Washington. En este proceso, se llenó la mezcla en tres capas, cada ensayo se hizo con los porcentajes previamente mencionados de las fibras.

Figura 43. Medición del Concreto fresco



Fuente: Desarrollado por el Tesista

Tabla 32. Pesos unitarios del concreto obtenidos de cada dosificación

PESO UNITARIO DEL CONCRETO					
Descripción	Patrón	1.00%	1.50%	2.25%	3.00%
Peso de la Muestra + Molde (gr)	10785	10765	10750	10685	10615
Peso del Molde (gr)	5850	5850	5850	5850	5850
Peso de la Muestra (1-2) (gr)	4935	4915	4900	4835	4765
Volumen del Molde (cc)	2080	2080	2080	2080	2080
Peso Unitario de la Muestra (kg/m³)	2373	2363	2356	2325	2291

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Como se visualiza los datos correspondientes al ensayo para la muestra de control y las muestras experimentales en la siguiente Figura 44.

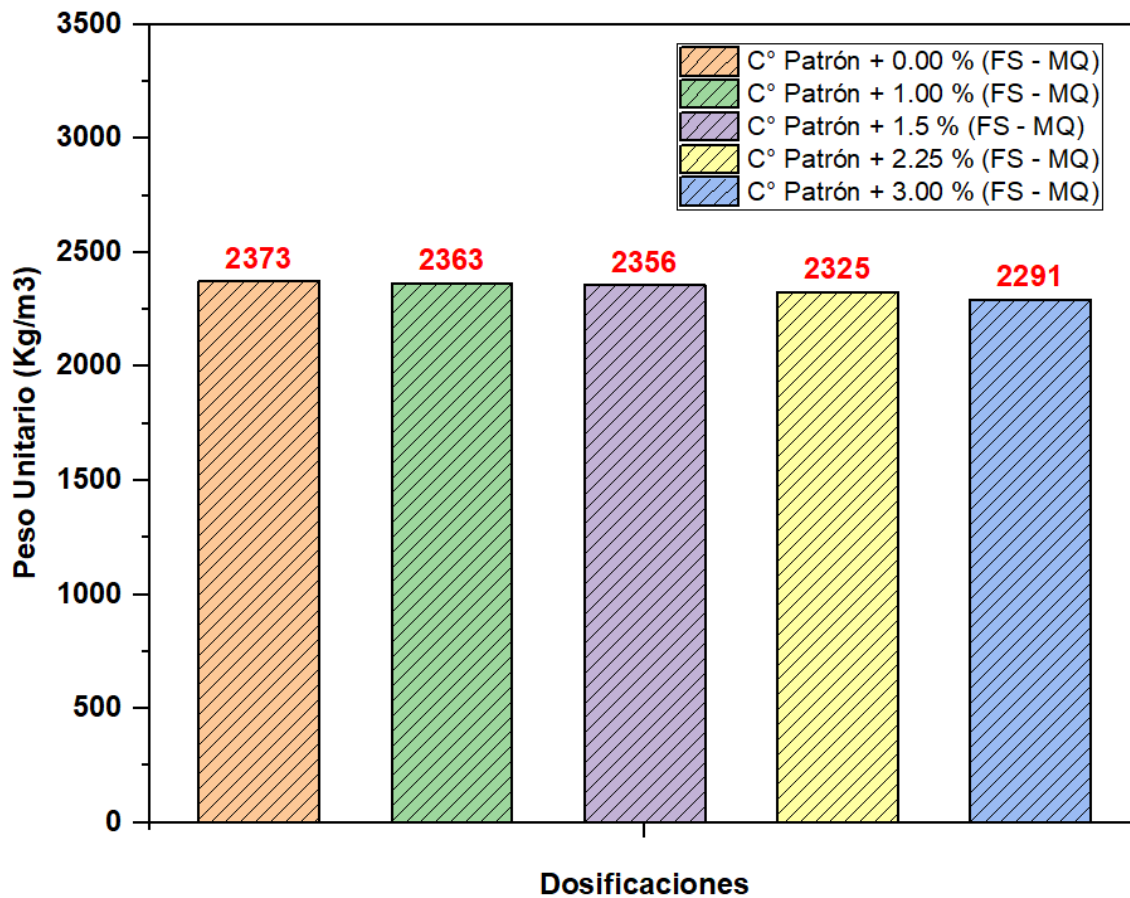


Figura 44. Pesos unitarios del concreto obtenidos de cada dosificación

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: En la figura 44 refleja cada valor del peso unitario para cinco mezclas diferentes (0.00%, 1.00%, 1.5%, 2.25% y 3.00%), cada una con un porcentaje distinto de adición respecto al patrón, y cómo estas adiciones afectan el peso unitario y el porcentaje de disminución de este. Siguiendo la normativa NTP 339.046, se ha procedido a la evaluación de estas muestras. Para la muestra sin adiciones tiene un peso unitario de 2373 kg/m³ y sirve como referencia para las demás. Conforme se añade un 1.00% al patrón, el peso unitario del concreto disminuye ligeramente a 2363 kg/m³, marcando una reducción del 0.42%. Al incrementar la adición a 1.50%, el peso unitario baja a 2356 kg/m³, lo que supone un descenso del 0.72% en comparación con el patrón. Al aumentar aún más la adición al 2.25%, se observa una disminución en el peso unitario a 2325 kg/m³, lo que representa un decremento del 2.02%. La adición máxima mostrada, del 3.00%, resulta en el menor peso unitario de 2291 kg/m³ entre las muestras, señalando una disminución más notable del 3.46%. Estas variaciones en el peso unitario indican que conforme se añade más porcentaje al patrón, el concreto se vuelve más ligero. Según la tabla 7, todas las muestras se clasifican como concreto convencional, ya que sus valores están dentro del intervalo de 2200 a 2400 kg/m³, lo cual es típico para la construcción tradicional. Este seguimiento de la norma y los resultados obtenidos permiten asegurar que las mezclas son adecuadas para su aplicación en construcciones generales, manteniendo las características deseadas de densidad y resistencia.

4.2.3.3. Medición del contenido de aire del concreto (ASTM C231)

Iniciando con el uso de la olla Washington, una vez que la mezcla de concreto se ha distribuido en tres capas, se procederá a compactar cada una de ellas mediante 25 compresiones. Seguidamente, se cierra la olla y se añade agua hasta alcanzar su capacidad máxima.



Figura 45. Medición del contenido de aire en el concreto

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Luego, se registran las lecturas del contenido de aire.

Tabla 33. Contenido de aire de cada dosificación

Dosificación	Teórico (%)	Experimental (%)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	2.5	2.5
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	2.5	1.8
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	2.5	1.7
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	2.5	1.6
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	2.5	1.6

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: La tabla 33 evidencia las muestras realizadas en cinco diseños incorporando diferentes cantidades de fibras, medidos siguiendo el procedimiento de diseño de mezcla ACI 211.1. La muestra patrón posee el 2.5%, y este valor se mantiene constante para todas las dosificaciones como base de diseño. Sin embargo, el contenido de aire medido por el método Olla Washington disminuye conforme se aumenta la dosis de finos. Para la muestra patrón (0.00% FS - MQ), el contenido de aire medido es también del 2.5%, lo que indica una disminución del 0% y coincide perfectamente con el diseño. Cuando se añade un 1.00% de las fibras, el contenido de aire medido baja a 1.8%, lo que refleja una disminución del 28%. A medida que se incrementa la adición a 1.5%, el contenido de aire disminuye aún más a 1.7%, representando una caída del 32% respecto al patrón. Con una dosificación de 2.25% de finos, el contenido de aire se reduce a 1.6%, lo que implica una disminución del 36%. Esta misma disminución del 36% se mantiene para la dosificación más alta de 3.00%, donde el contenido de aire también es de 1.6%. De acuerdo con la Tabla del aci, según para el AG con un TMN de de 1/2", se esperaría un aire atrapado de 2.5%. Las mediciones realizadas por el método Olla Washington muestran que, aunque todas las mezclas experimentan una disminución en comparación con el diseño, todas se mantienen por debajo del mínimo esperado de 1.5%, lo que evidencia que los valores muestran una disminución en la fluidez, lo que podría estar correlacionado con las fibras pues estos pueden modificar las propiedades del material, incluyendo la trabajabilidad y el aire atrapado

4.2.3.4. Medición de la exudación

Se siguió la norma ASTM C17212-20 donde tras efectuar la mezcla, se extrajo una muestra y se supervisó cada 20 minutos. Tanto el concreto patrón como las dosificaciones sugeridas (0.00%, 1.00%, 1.5%, 2.25%, y 3.00%), se pudo evidenciar que los constituyentes del concreto al presentar poca humedad al asentarse, no presenta una capa de agua en la superficie en el proceso de fraguado lo que puede resultar favorable a una buena adherencia con las barras de refuerzo y obtener una buena resistencia conforme al diseño ACI 211.1. Consulte el anexo 04 para detalles sobre los ensayos.

4.2.3.5. Medición de la segregación

Siguiendo la norma ASTM C232 para el procedimiento, para la muestra de control y las muestras experimentales (0.00%, 1.00%, 1.5%, 2.25%, y 3.00%) se pudo observar que los constituyentes del concreto al presentar una buena gradación en sus ensayos haciendo que la mezcla trabaje uniformemente igual con el diseño, lo que puede afectar positivamente a la durabilidad y su integridad estructural de un concreto convencional, de acuerdo con el Diseño ACI 211.1. Puede consultar los detalles en los anexos 04 bajo el título "Control de Diseño de Mezclas"

4.2.3.6. Medición de la permeabilidad

Siguiendo la norma ASTM C232 para el procedimiento, el coeficiente K determinado tanto para el patrón como para las adiciones de 0.00%, 1.00%, 1.5%, 2.25% y 3.00%. En todos estos casos, el coeficiente K fue nulo, lo que implica que ninguna de las mezclas cumple con los criterios necesarios para ser consideradas como concretos permeables. Por lo tanto, se evidenció un concreto bien diseñado y correctamente curado tendrá baja permeabilidad, lo que mejora su durabilidad y su capacidad para resistir condiciones ambientales adversas.

OE 2: Determinar cómo influye la adición de fibras de Sisal y mascarilla en las propiedades mecánicas del pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla, en el año 2023.

4.2.4. PROPIEDADES MECÁNICAS

4.2.4.1. Resistencia en compresión (ASTM C39)

Las probetas de concreto fueron sometidas a fuerzas externas tomando datos a partir de tres periodos de evaluación, de acuerdo con cada dosificación, como se ilustra en la Figura 46.



Figura 46. Ensayos a Resistencia a Compresión

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Resistencia en compresión a los 7 días.

Cada valor anotado en las pruebas para varias dosificaciones para el primer periodo de evaluación está detallado en la Tabla 34.

Tabla 34. Resistencia a Compresión a los 7 días

Identificación	Código	Carga Máxima (Kn)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia (%)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	M-1	367.5	37475	211	75.40
	M-2	367.1	37434	211	75.40
	M-3	367.2	37444	211	75.40
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	M-1	360.2	36730	235	83.93
	M-2	360.5	36761	235	83.93
	M-3	360.3	36740	235	83.93
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	M-1	350.3	35721	220	78.57
	M-2	350.1	35700	220	78.57
	M-3	350.6	35751	220	78.57
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	M-1	336.1	34273	193	69.00
	M-2	336.0	34262	193	69.00
	M-3	336.2	34283	193	69.00
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	M-1	315.6	32182	181	64.70
	M-2	315.8	32203	181	64.70
	M-3	315.5	32172	181	64.70

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Tal como exponen los valores del ensayo al primer periodo de evaluación en relación con el material sin adición y el resto con las adiciones incorporadas donde ilustra en la Figura 47.

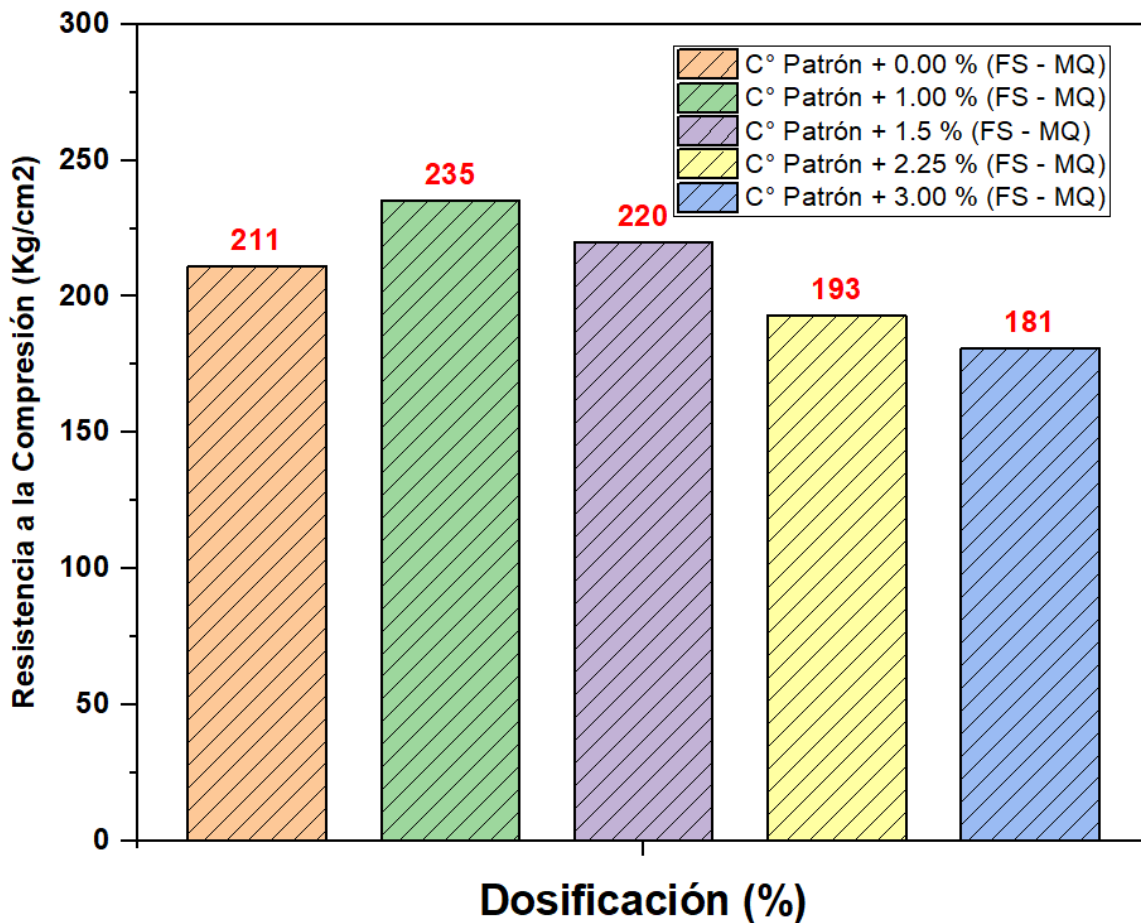


Figura 47. Gráfico de barras de la resistencia a compresión a los 7 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: La Figura 47 ilustra los resultados de cinco diferentes mezclas de concreto tras 7 días de curado, de acuerdo con el método ASTM C39. La muestra de referencia alcanzó valores promedios de 211 kg/cm². Con un incremento del 1.00% en la dosificación, la resistencia aumentó a 235 kg/cm², lo que representa un incremento del 11.37%. Al aumentar la dosificación a 1.5%, la resistencia fue de 220 kg/cm², con un aumento del 4.27%. Sin embargo, con dosificaciones de 2.25% y 3.00%, se observó una disminución en la resistencia, registrando 193 kg/cm² y 181 kg/cm² tal cual el orden, lo que corresponde a una reducción del 8.53% y 14.22%. De estas dosificaciones, la de 1.00% y 1.5% mostró mejores valores al primer periodo de evaluación indicando que dosificaciones moderadas pueden superar los valores iniciales del concreto, mientras que dosificaciones más altas pueden tener un efecto adverso.

Resistencia en compresión a los 14 días.

Cada valor anotado en las pruebas para varias dosificaciones para el segundo periodo de evaluación está detallado en la Tabla 35

Tabla 35. Resistencia a Compresión a los 14 días

Identificación	Código	Carga Máxima (Kn)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia (%)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	M-1	416.5	42471	239	85.40
	M-2	416.1	42430	239	85.40
	M-3	416.2	42441	239	85.40
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	M-1	410.3	41839	276	98.57
	M-2	410.5	41859	276	98.57
	M-3	410.6	41870	276	98.57
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	M-1	400.2	40809	254	90.71
	M-2	400.5	40840	254	90.71
	M-3	400.3	40819	254	90.71
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	M-1	385.2	39279	221	79.00
	M-2	385.0	39259	221	79.00
	M-3	385.1	39269	221	79.00
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	M-1	360.2	36730	207	74.00
	M-2	360.4	36751	207	74.00
	M-3	360.3	36740	207	74.00

Fuente: Desarrollado por el Tesista

A continuación, se exponen los datos del ensayo del segundo periodo de evaluación en relación con el material sin adición y el resto con las adiciones incorporadas como se ilustra en la Figura 48.

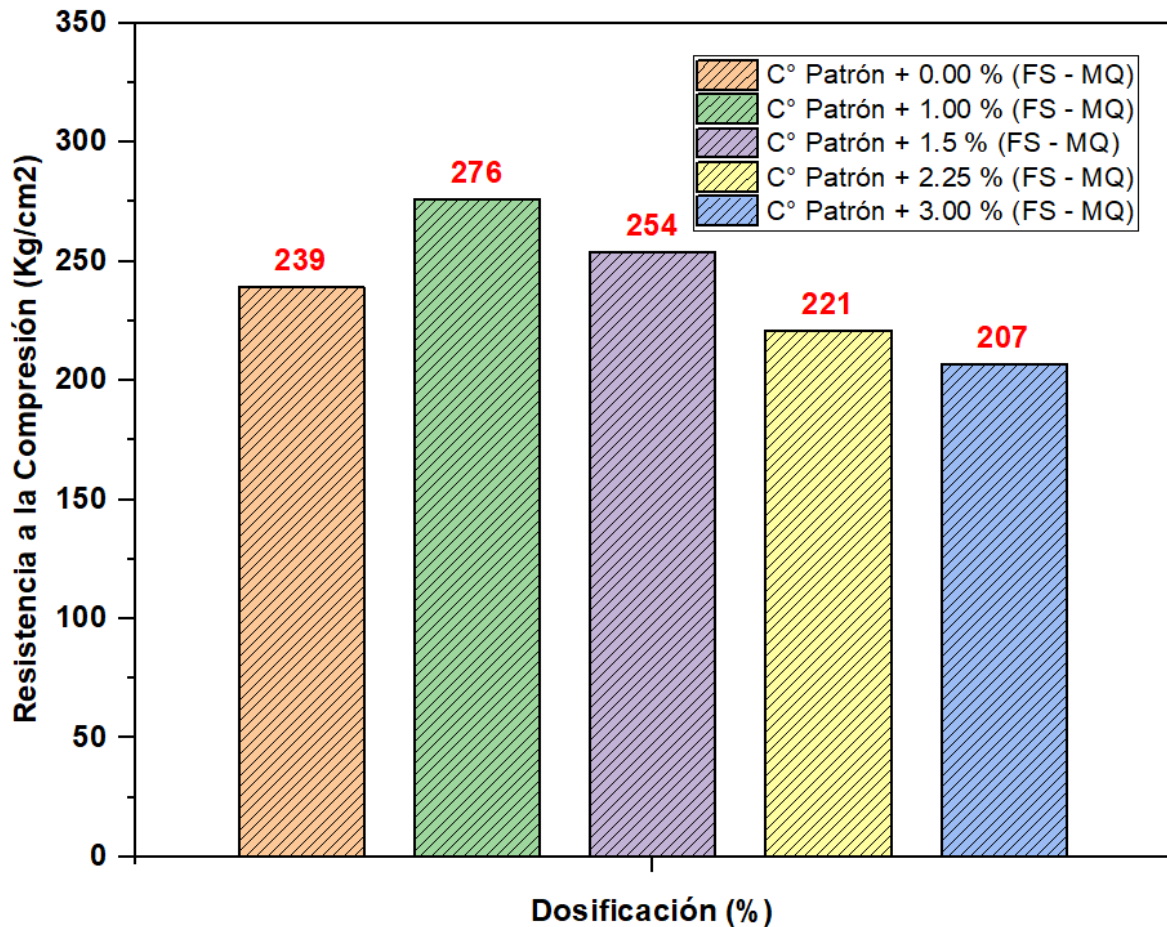


Figura 48. Gráfico de barras de la resistencia a compresión a los 14 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: La Figura 48, ilustra los resultados de cinco diferentes mezclas de concreto tras 14 días de curado, de acuerdo con el método ASTM C39. La muestra de referencia alcanzó una resistencia inicial de 239 kg/cm². Al añadir un 1.00% más de finos, la resistencia aumenta a 276 kg/cm², lo que representa un incremento del 15.48%. Con un 1.5% de adición, la resistencia es de 254 kg/cm², subiendo un 6.28%. No obstante, las dosificaciones de 2.25% y 3.00% presentan una disminución en resistencia, con 221 kg/cm² y 207 kg/cm² respectivamente, esto es una reducción del 7.53% y del 13.39%. De estas dosificaciones, la de 1.00% y 1.5% mostró unos valores superiores a los iniciales a los 14 días evidenciando que pequeñas adiciones mejoran la resistencia, mientras que adiciones mayores la reducen según al primero que es de control.

Resistencia en compresión a los 28 días.

Cada valor anotado en las pruebas para varias dosificaciones para el tercer periodo de evaluación está detallado en la Tabla 36

Tabla 36. Resistencia a Compresión a los 28 días

Identificación	Código	Carga Máxima (Kn)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia (%)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	M-1	486.5	49609	280	100.00
	M-2	487.5	49711	280	100.00
	M-3	487.2	49681	280	100.00
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	M-1	481.2	49069	310	110.71
	M-2	481.1	49059	310	110.71
	M-3	481.6	49110	310	110.71
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	M-1	472.2	48151	295	105.36
	M-2	472	48131	295	105.36
	M-3	472.1	48141	295	105.36
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	M-1	460.1	46917	264	94.30
	M-2	460.0	46907	264	94.30
	M-3	460.2	46927	264	94.60
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	M-1	440.1	44878	253	90.40
	M-2	440.3	44898	253	90.40
	M-3	440.2	44888	253	90.40

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Como se exponen los valores del ensayo al tercer periodo de evaluación en relación con el material sin adición y el resto con las adiciones incorporadas donde ilustra en la Figura 49.

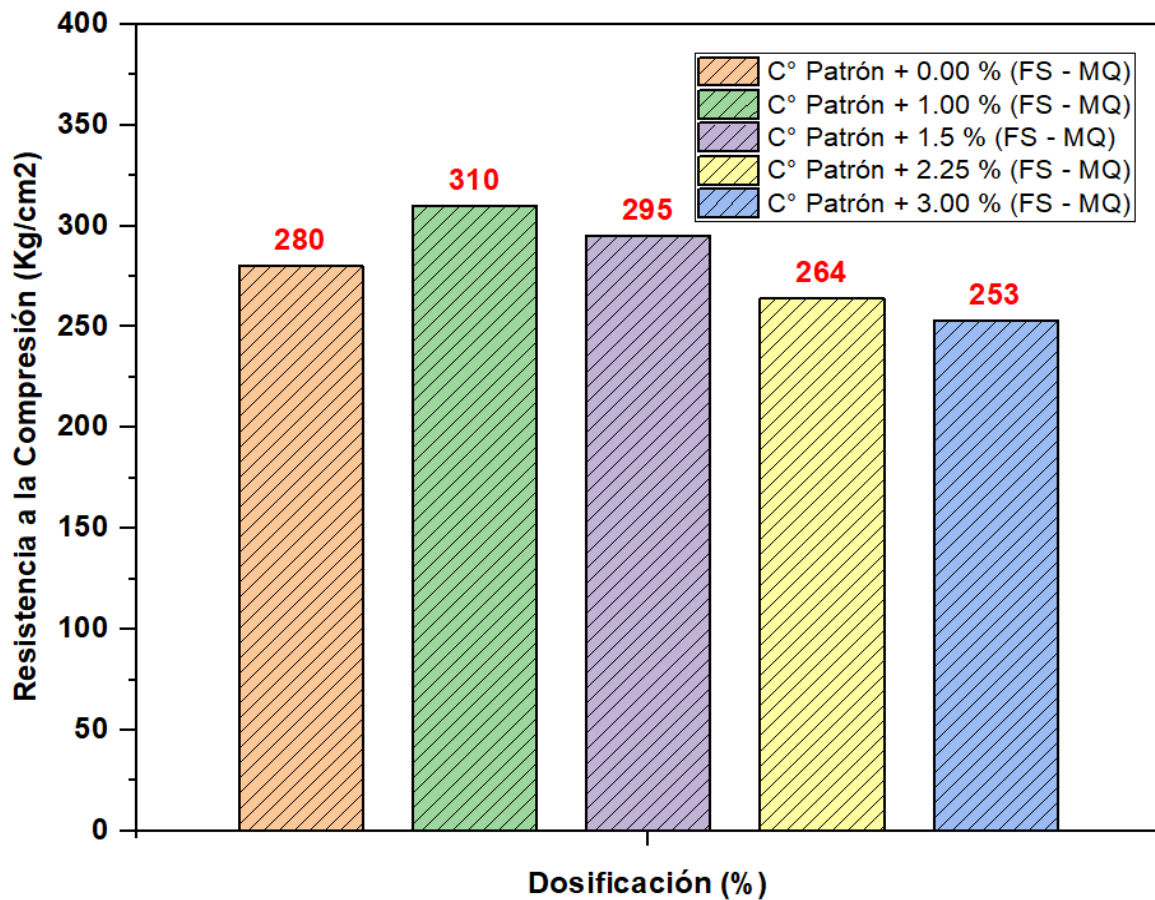


Figura 49. Gráfico de barras de la resistencia a compresión a los 28 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: La Figura 49 ilustra los resultados de cinco diferentes mezclas de concreto tras 28 días de curado, de acuerdo con el método ASTM C39. La muestra de referencia alcanzó una resistencia de 280 kg/cm². Se evidencia una subida del 1.00% en la dosificación, la resistencia crece a 310 kg/cm², un aumento del 10.71%. La mezcla con 1.5% adicional muestra una resistencia de 295 kg/cm², una subida del 5.36%. Al aumentar la dosificación a 2.25%, la resistencia disminuye a 264 kg/cm², cayendo un 5.71%. La dosificación más alta, 3.00%, tiene una resistencia de 253 kg/cm², lo que refleja una disminución del 9.64% con respecto a la muestra patrón. De estas dosificaciones, la de 1.00% y 1.5% mostró una resistencia superior al concreto, estos resultados evidencian que pequeños incrementos en la dosificación pueden mejorar la resistencia con el transcurso del tiempo

Resumen de la Resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días

La Tabla 37 detalla los datos obtenidos en las pruebas de resistencia a la compresión para diferentes dosificaciones del concreto, registrados a los 7, 14 y 28 días de su preparación.

Tabla 37. Resistencia a Compresión a los 7,14 y 28 días

Identificación	Resistencia Promedio (7 días)	Resistencia Promedio (14 días)	Resistencia Promedio (28 días)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	211	239	280
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	235	276	310
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	220	254	295
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	193	221	264
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	181	207	253

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Cada valor anotado en las pruebas para varias dosificaciones para el primer al tercer periodo de evaluación está detallado en la Figura 50

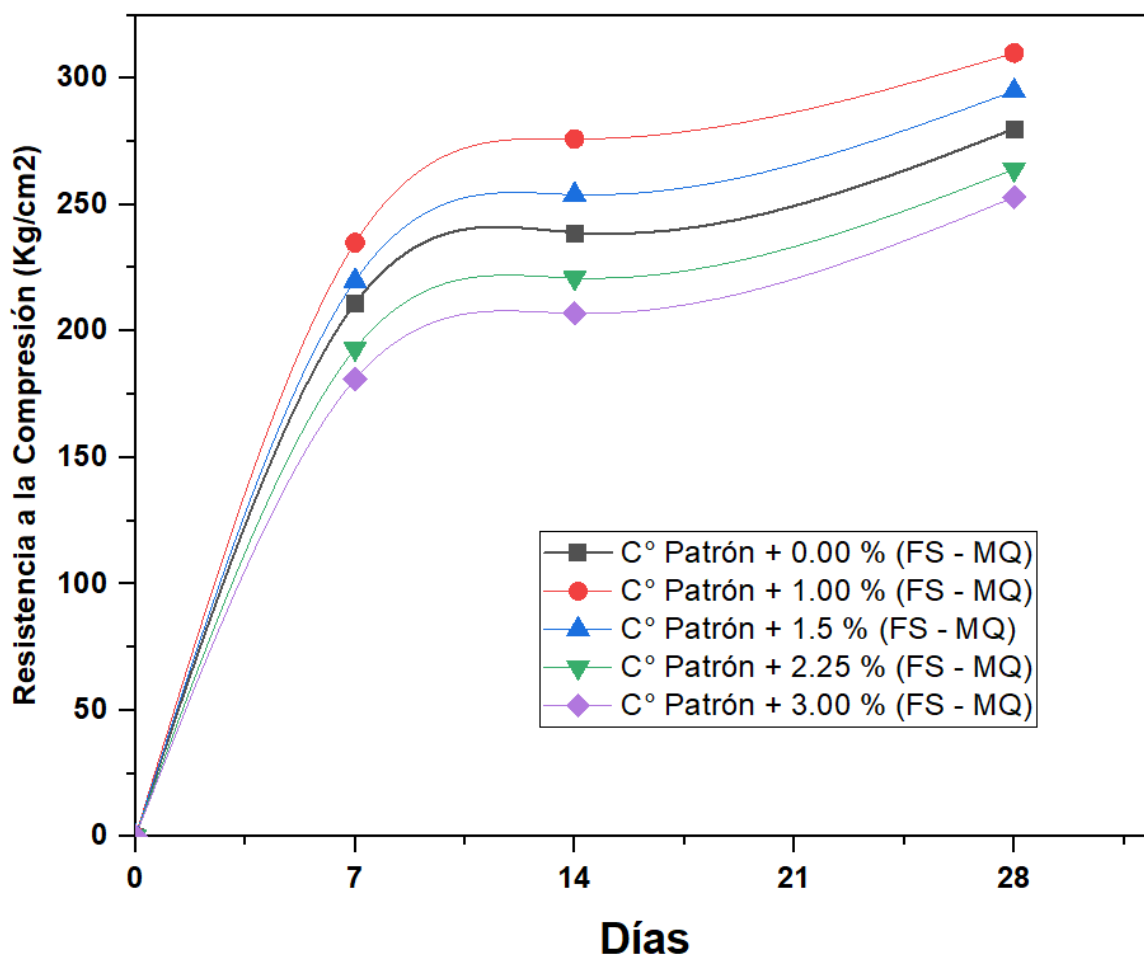


Figura 50. Grafica de las resistencias a compresión a los 7,14 y 28 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: En la Figura 50 se observa la evolución de la resistencia del ensayo en tres momentos específicos: 7, 14 y 28 días. Aquí se efectúa una comparativa entre la mezcla estándar y las mezclas con dosificaciones del 1.00%, 1.50%, 2.25% y 3.00%. En el caso de la mezcla estándar, se registraron resistencias a la compresión de 211, 239 y 280 kg/cm² respectivamente. Con una dosificación de 1.00% FS-MQ, la resistencia a los 7, 14 y 28 días muestra un incremento sobre el patrón de 11.37%, 15.48% y 10.71%, alcanzando 235, 276 y 310 kg/cm² en cada período. Al incrementar los finos al 1.5% FS-MQ, la resistencia a los 7, 14 y 28 días supera al patrón en 4.27%, 6.28% y 5.36%, con valores de 220, 254 y 295 kg/cm² respectivamente. Con 2.25% FS-MQ, sufre pérdidas de resistencia respecto al patrón en todos los tiempos, con caídas de -8.53%, -7.53% y -5.71%, registrando resistencias de 193, 221 y 264 kg/cm². Finalmente, para la dosificación de 3.00%

FS-MQ, la resistencia a los 7, 14 y 28 días disminuye en -14.22%, -13.39% y -9.64% respecto al patrón, obteniendo 181, 207 y 253 kg/cm² en cada fase. En general, pequeños aumentos en las fibras mejoran la resistencia inicial, pero este beneficio disminuye con adiciones más altas, evidenciando una relación óptima en las proporciones de fibras para la resistencia del concreto.

4.2.4.2. Esfuerzo a la tracción (ASTM C496)

Los cilindros de concreto fueron sometidas a fuerzas externas a tres periodos de evaluación, de acuerdo con el muestreo, como se ilustra en la Figura 51.



Figura 51. Ensayos a Resistencia a Tracción

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Resistencia a tracción a los 7 días.

La Tabla 38 muestra los valores obtenidos para diferentes dosificaciones del concreto después de 7 días desde su preparación.

Tabla 38. Resistencia a la Tracción a los 7 días

Identificación	Código	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Fuerza Máxima (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	E-1	20.00	10.00	6685	21.30
	E-2	20.00	10.10	6687	21.10
	E-3	20.00	10.10	6683	21.10
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	E-1	20.00	10.00	7060	22.51
	E-2	20.00	10.10	7052	22.50
	E-3	20.00	10.10	7050	22.48
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	E-1	20.00	10.00	6890	21.94
	E-2	20.00	10.10	6885	21.92
	E-3	20.00	10.10	6890	21.94
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	E-1	20.00	10.00	5385	17.10
	E-2	20.00	10.10	5390	17.00
	E-3	20.00	10.10	5383	17.00
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	E-1	20.00	10.00	4410	14.00
	E-2	20.00	10.10	4415	13.90
	E-3	20.00	10.10	4413	13.90

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Como se puede visualizar la obtención de los datos para el grupo de control y los grupos experimentales en la siguiente Figura 52.

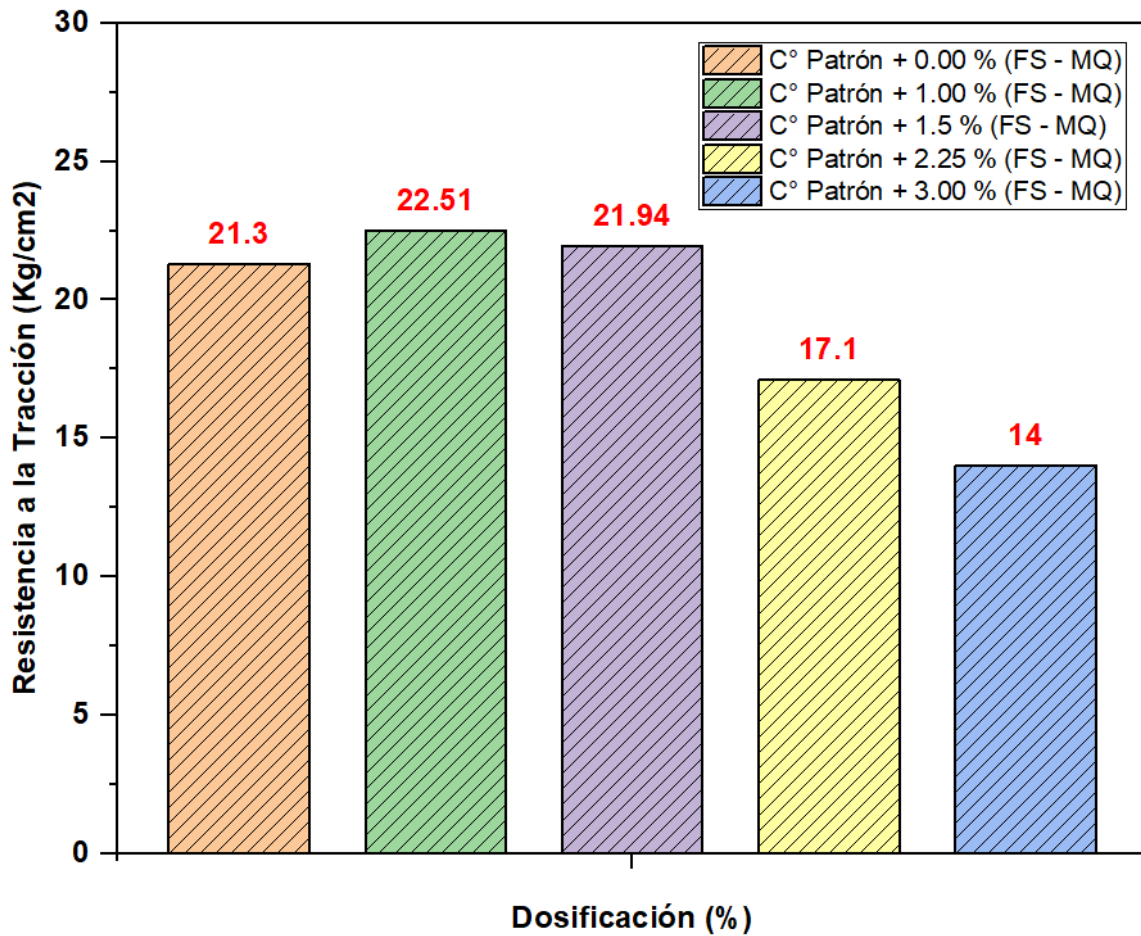


Figura 52. Gráfico de barras de la resistencia a tracción a los 7 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: En la Figura 52, muestra las cinco dosificaciones diferentes de concreto, siguiendo el procedimiento del ASTM C39. La dosificación patrón, sin adición de fibras (0.00% FS-MQ), tiene un valor de 21.30 kg/cm² y sirve como referencia. Al añadir un 1.00% de FS-MQ, la resistencia aumenta un 5.68%, alcanzando los 22.51 kg/cm². Curiosamente, con un 1.5% de FS-MQ, la resistencia experimenta un incremento del 3.00%, situándose en 21.94 kg/cm². Sin embargo, al aumentar las fibras a 2.25%, se registra una caída del 19.72% en resistencia, evidenciando un resultado de 17.10 kg/cm². Con la mayor dosificación probada, 3.00% FS-MQ, la resistencia a la tracción disminuye aún más, un 34.27%, resultando en 14.00 kg/cm². De estas dosificaciones, la de 1.00% y 1.5% mostró una resistencia superior al concreto patrón evidenciando que hay un punto óptimo de adición de fibras para la resistencia a la tracción del concreto que no debe ser sobrepasado.

Resistencia a tracción a los 14 días.

La Tabla 39 muestra los valores de diferentes dosificaciones del concreto después de 14 días desde su preparación

Tabla 39. Resistencia a la Tracción a los 14 días

Identificación	Codigo	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Fuerza Máxima (Kg)	Resistencia (Kg/cm2)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	E-4	20.00	10.00	8152	25.70
	E-5	20.00	10.10	8150	25.70
	E-6	20.00	10.10	8151	25.70
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	E-4	20.00	10.10	8560	26.98
	E-5	20.00	10.10	8555	26.97
	E-6	20.00	10.10	8556	26.97
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	E-4	20.00	10.10	8520	26.85
	E-5	20.00	10.10	8515	26.84
	E-6	20.00	10.10	8518	26.84
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	E-4	20.00	10.10	7050	22.20
	E-5	20.00	10.10	7062	22.30
	E-6	20.00	10.10	7055	22.20
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	E-4	20.00	10.10	6015	19.00
	E-5	20.00	10.10	6016	19.00
	E-6	20.00	10.10	6014	19.00

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Como se puede visualizar la obtención de los datos para el grupo de control y los grupos experimentales en la siguiente Figura 53.

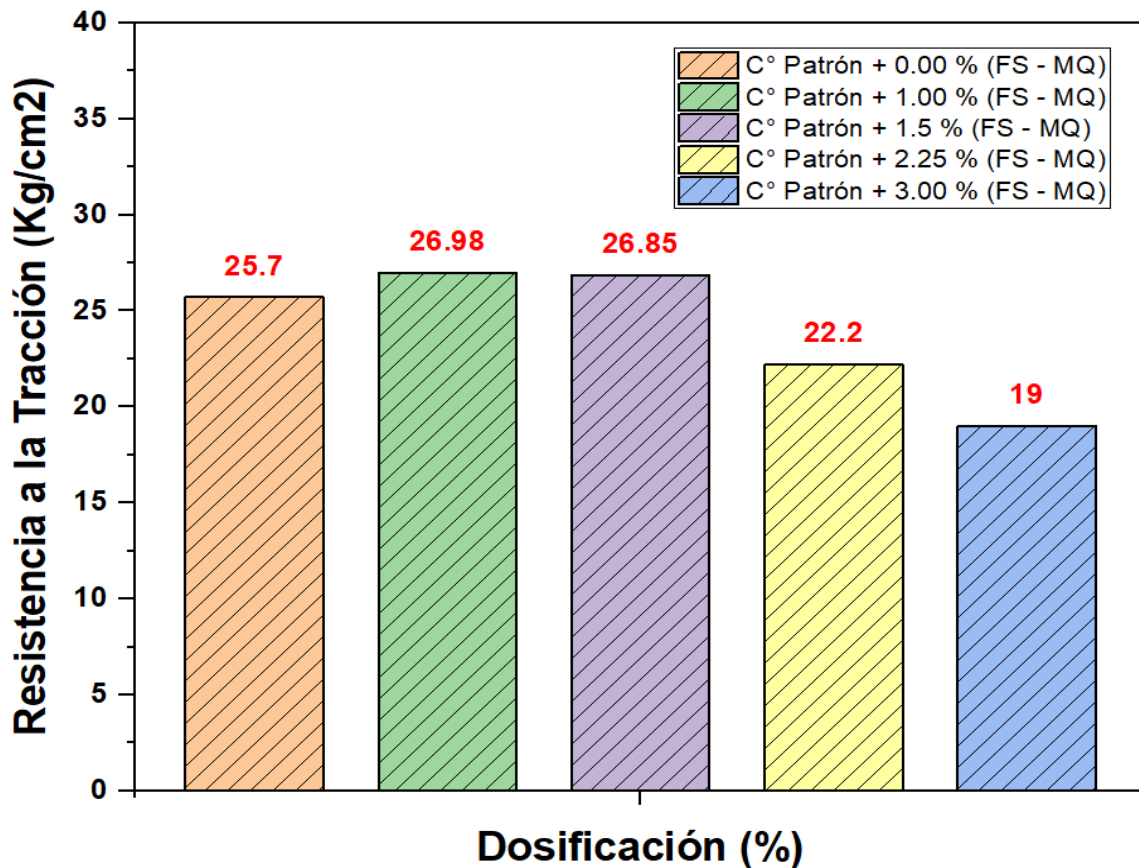


Figura 53. Gráfico de barras de la resistencia a tracción a los 14 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: En la Figura 53, muestra las cinco dosificaciones diferentes de concreto, siguiendo el procedimiento del ASTM C39. La dosificación patrón, sin adición de fibras (0.00% FS-MQ), tiene un valor de 25.70 kg/cm², sirviendo como base para comparar el efecto de las variaciones en las dosificaciones. Al incrementar las fibras en un 1.00%, se observó un aumento de resistencia del 4.98%, alcanzando 26.98 kg/cm². Para el caso de 1.5% FS-MQ mostró un aumento similar, con un 4.47%, resultando en una resistencia de 26.85 kg/cm². Sin embargo, al incrementar aún más la cantidad de fibras al 2.25%, la resistencia disminuyó en un 13.62%, registrando 22.20 kg/cm², y con un 3.00% de FS-MQ, la disminución fue más pronunciada, llegando al 26.07%, con un valor de 19.00 kg/cm². De estas dosificaciones, la de 1.00% y 1.5% mostró una resistencia superior al concreto patrón evidenciando que hay un punto óptimo de adición de fibras para la resistencia a la tracción del concreto que no debe ser sobrepasado.

Resistencia a tracción a los 28 días.

La Tabla 40 muestra los valores de diferentes dosificaciones del concreto después de 28 días desde su preparación

Tabla 40. Resistencia a la Tracción a los 28 días

Identificación	Codigo	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Fuerza Máxima (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	E-7	20.00	10.00	10255	32.30
	E-8	20.00	10.10	10250	32.30
	E-9	20.00	10.10	10260	32.30
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	E-7	20.00	10.10	12250	38.55
	E-8	20.00	10.10	12245	38.54
	E-9	20.00	10.10	12243	38.53
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	E-7	20.00	10.10	12105	38.10
	E-8	20.00	10.10	12103	38.10
	E-9	20.00	10.10	12100	38.08
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	E-7	20.00	10.10	8955	28.20
	E-8	20.00	10.10	8953	28.20
	E-9	20.00	10.10	8951	28.20
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	E-7	20.00	10.10	8000	25.20
	E-8	20.00	10.10	8505	26.80
	E-9	20.00	10.10	8502	26.80

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Como se puede visualizar la obtención de los datos para el grupo de control y los grupos experimentales en la siguiente Figura 54.

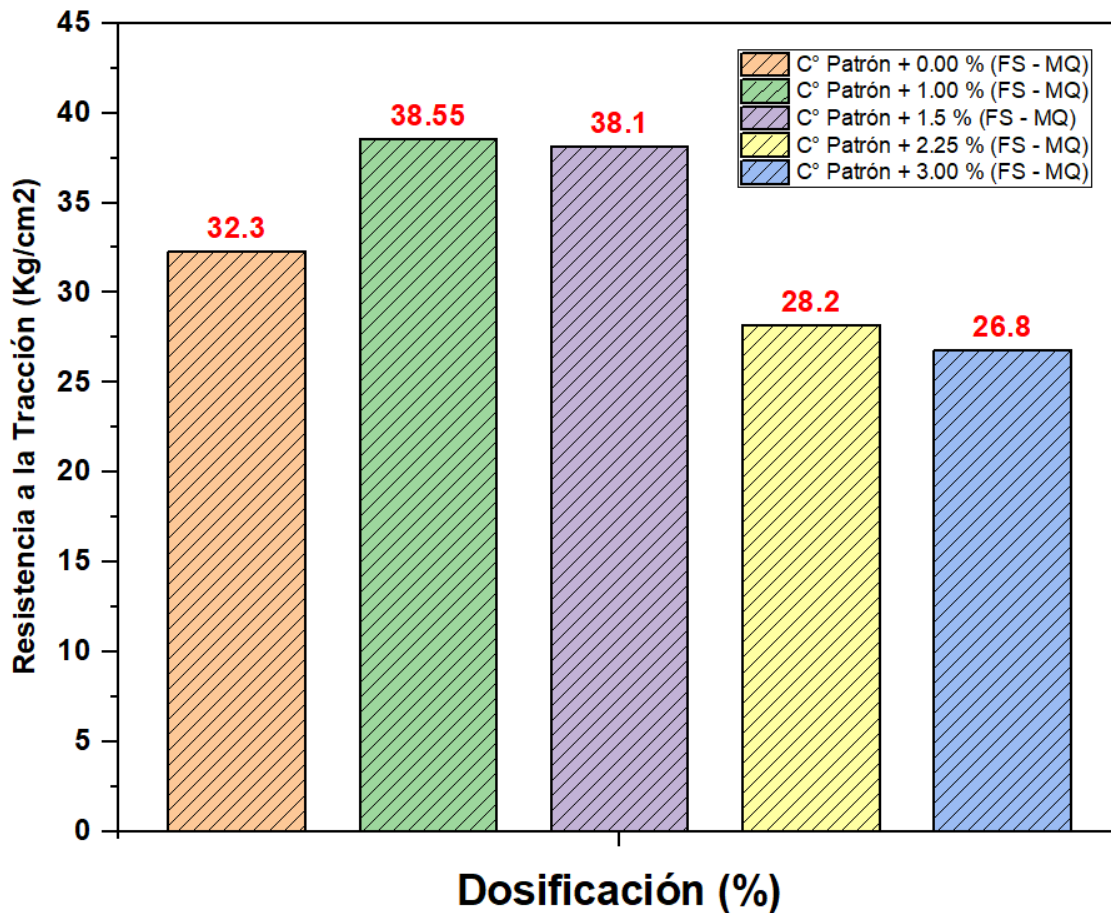


Figura 54. Gráfico de barras de la resistencia a tracción a los 28 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: En la Figura 54, muestra las cinco dosificaciones diferentes de concreto, siguiendo el procedimiento del ASTM C39. La dosificación patrón, sin adición de fibras (0.00% FS-MQ), posee un valor de 32.30 kg/cm². La inclusión de un 1.00% de FS-MQ produjo un notable incremento del 19.35% en la resistencia, elevándola a 38.55 kg/cm². De forma parecida, la dosificación de 1.5% FS-MQ generó un incremento del 17.96%, logrando obtener un valor de 38.10 kg/cm², evidenciando una tendencia positiva con estas dosificaciones menores. Contrariamente, cuando la dosificación aumentó a 2.25% de FS-MQ, la resistencia se redujo en un 12.69%, quedando en 28.20 kg/cm². La mayor reducción se vio con la dosificación de 3.00% FS-MQ, que registró una caída del 17.03% en la resistencia, disminuyendo hasta 26.80 kg/cm². De estas dosificaciones, la de 1.00% y 1.5% mostró valores superiores a la inicial a los 28 donde las dosificaciones menores mejoran la resistencia, mientras que las mayores la disminuyen significativamente.

Resumen de la Resistencia a la Tracción a los 7,14 y 28 días

Cada valor obtenido de las pruebas para diferentes proporciones del concreto del primer al tercer periodo de evaluación se encuentra documentados en la Tabla 41.

Tabla 41. Resistencia a Tracción a los 7,14 y 28 días

Identificación	Resistencia Promedio (7 días)	Resistencia Promedio (14 días)	Resistencia Promedio (28 días)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	21.30	25.70	32.30
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	22.51	26.98	38.55
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	21.94	26.85	38.10
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	17.10	22.20	28.20
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	14.00	19.00	26.80

Fuente: Desarrollado por el Tesista

A continuación, se exponen los datos del ensayo al primer al tercer periodo de evaluación en relación con el material sin adición y el resto con las adiciones incorporadas en la Figura 55.

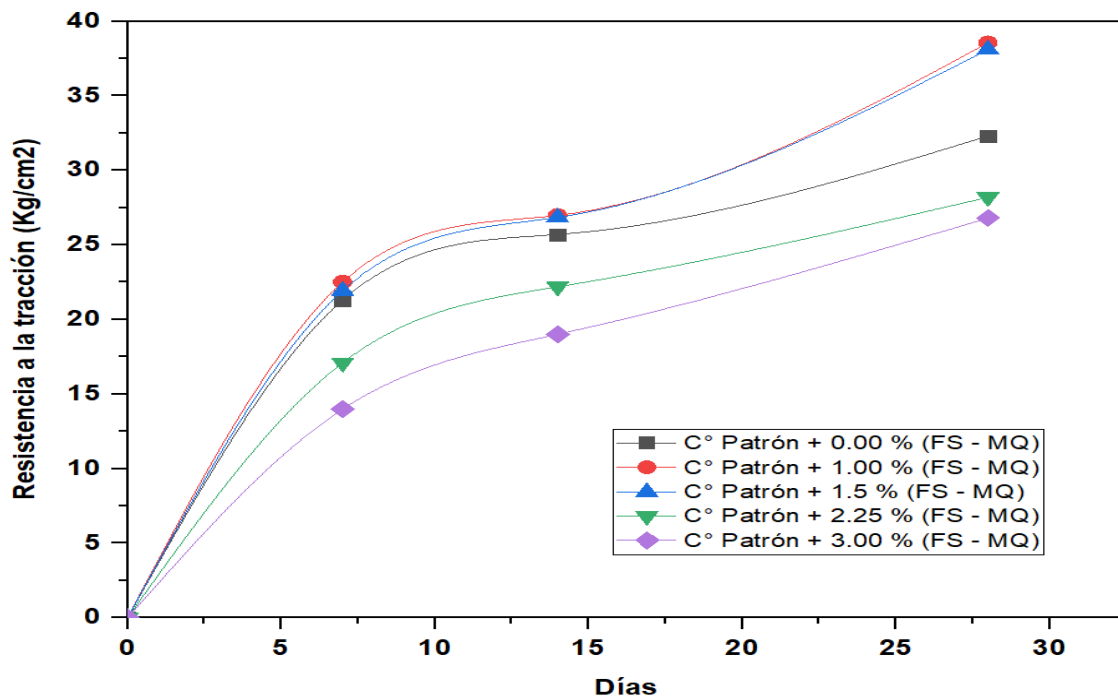


Figura 55. Grafica de las resistencias a tracción a los 7,14 y 28 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: La Figura 55 muestra el desarrollo de la resistencia a la tracción para la dosificación patrón (0.00% FS - MQ), se establecen los datos obtenidos según los periodos evaluados (7,14 y 28) días como 21.30, 25.70 y 32.30 MPa respectivamente, sirviendo como base de comparación. Con una dosificación de 1.00% FS-MQ, la resistencia es superior a la del concreto patrón en todos los periodos evaluados, con incrementos del 5.68% a los 7 días (22.51 kg/cm²), del 4.98% a los 14 días (26.98 kg/cm²) y del 19.35% a los 28 días (38.55 kg/cm²). Para el 1.5% FS-MQ, la resistencia también supera al patrón en cada intervalo de tiempo, con un aumento del 3.00% a los 7 días (21.94 kg/cm²), del 4.47% a los 14 días (26.85 kg/cm²) y del 17.96% a los 28 días (38.10 kg/cm²). La dosificación de 2.25% FS-MQ se observa una disminución en resistencia comparada con la estándar, con una reducción del 19.72% a los 7 días (17.10 kg/cm²), del 13.62% a los 14 días (22.20 kg/cm²) y del 12.69% a los 28 días (28.20 kg/cm²). Finalmente, con un 3.00% FS-MQ, la resistencia disminuye aún más frente al patrón, con una caída del 34.27% a los 7 días (14.00 kg/cm²), del 26.07% a los 14 días (19.00 kg/cm²) y del 17.03% a los 28 días (26.80 kg/cm²).

4.2.4.3. Módulo de rotura del concreto (ASTM C78)

Las probetas de concreto fueron sometidas a esfuerzos a los 7, 14 y 28 días, de acuerdo con cada dosificación, como se ilustra en la Figura 56.



Figura 56. Ensayo de resistencia a flexión

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Resistencia a flexión a los 7 días.

La Tabla 42 muestra los valores para diferentes dosificaciones del concreto después de 7 días desde su preparación.

Tabla 42. Resistencia a la Flexión a los 7 días

Identificación	Código	Altura (cm)	Ancho (cm)	Fuerza Máxima (Kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	V-1	15.00	15.00	3000	40.00
	V-2	15.00	15.00	3000.5	40.00
	V-3	15.00	15.00	3010	40.10
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	V-1	15.00	15.00	3150	42.00
	V-2	15.00	15.00	3148	41.97
	V-3	15.00	15.00	3147	41.96
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	V-1	15.00	15.00	3067	40.93
	V-2	15.00	15.00	3065	40.90
	V-3	15.00	15.00	3064	40.89
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	V-1	15.00	15.00	2650	35.30
	V-2	15.00	15.00	2653	35.40
	V-3	15.00	15.00	2651	35.30
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	V-1	15.00	15.00	2415	32.20
	V-2	15.00	15.00	2422	32.30
	V-3	15.00	15.00	2418	32.20

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Como se puede visualizar la obtención de los datos al primer periodo de evaluación para el grupo de control y los grupos experimentales en la siguiente Figura 57.

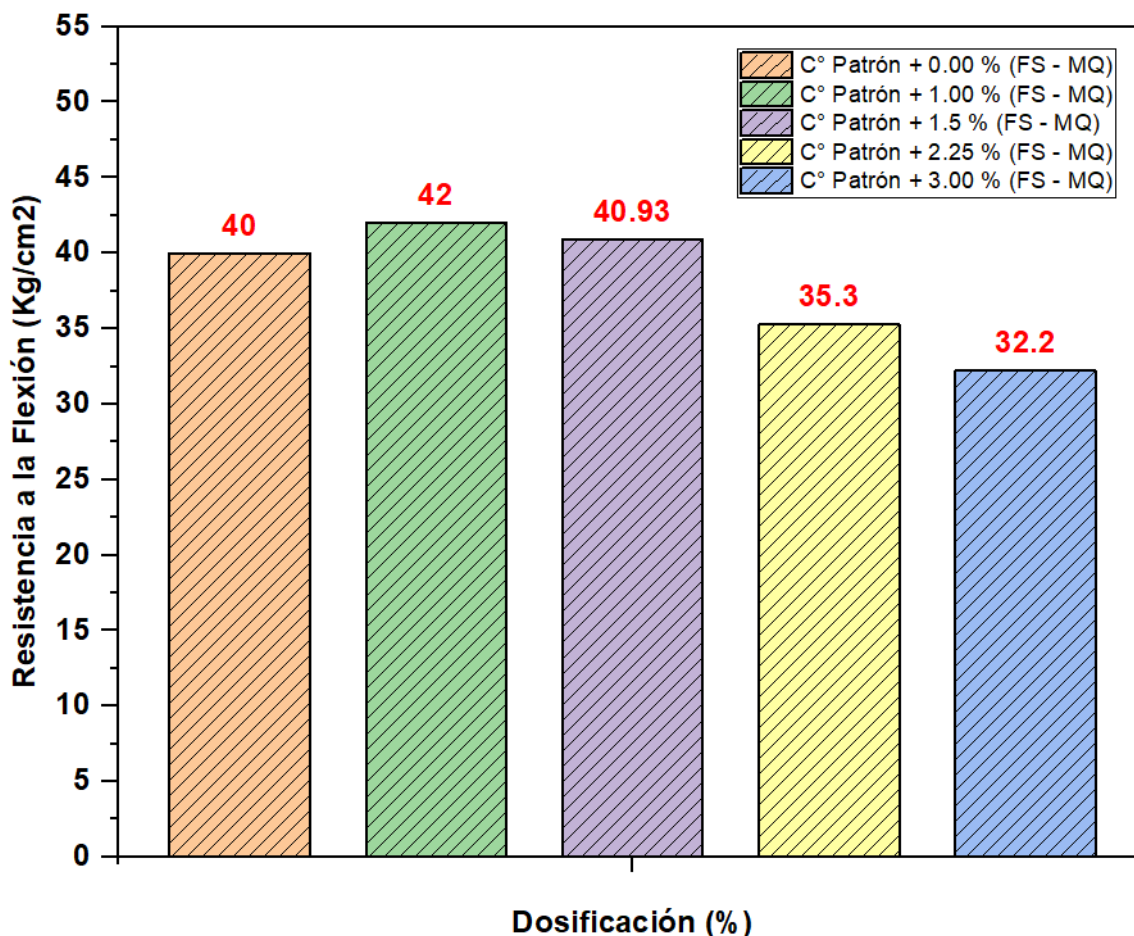


Figura 57. Gráfico de barras de la resistencia a flexión a los 7 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: En la Figura 57, evidencia las cinco mezclas de concreto a los 7 días se mide según el procedimiento ASTM C78. El concreto patrón (0.00% FS - MQ) tiene un valor de 40.00 kg/cm², que sirve de referencia. Al adicionar un 1.00% FS-MQ, la resistencia aumenta un 5.00%, alcanzando los 42.00 kg/cm². Con un 1.5% FS-MQ, se observa un incremento más modesto del 2.33%, resultando en 40.93 kg/cm². Al incrementar la adición a 2.25% FS-MQ, la resistencia disminuye en un 11.75%, con un valor de 35.30 kg/cm². La dosificación de 3.00% FS-MQ muestra una disminución aún más significativa del 19.50%, dando como valor a una flexión de 32.20 kg/cm², evidenciando que mayores proporciones pueden ser perjudiciales. De estas dosificaciones, la de 1.00% y 1.5% evidencian que a pequeñas cantidades de FS-MQ pueden valores altos.

Resistencia a flexión a los 14 días.

La Tabla 43 muestra los valores para diferentes dosificaciones del concreto después de 14 días desde su preparación.

Tabla 43. Resistencia a la Flexión a los 14 días

Identificación	Codigo	Altura (cm)	Ancho (cm)	Fuerza Máxima (Kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	V-4	15.00	15.00	3441	45.90
	V-5	15.00	15.00	3437	45.80
	V-6	15.00	15.00	3425	45.70
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	V-4	15.00	15.00	3510	46.77
	V-5	15.00	15.00	3508	46.74
	V-6	15.00	15.00	3507	46.73
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	V-4	15.00	15.00	3470	46.24
	V-5	15.00	15.00	3468	46.23
	V-6	15.00	15.00	3467	46.23
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	V-4	15.00	15.00	3100	41.30
	V-5	15.00	15.00	3102	41.40
	V-6	15.00	15.00	3103	41.40
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	V-4	15.00	15.00	2820	38.00
	V-5	15.00	15.00	2855	38.10
	V-6	15.00	15.00	2856	38.10

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Como se puede visualizar la obtención de los datos para el grupo de control y los grupos experimentales en la siguiente Figura 58.

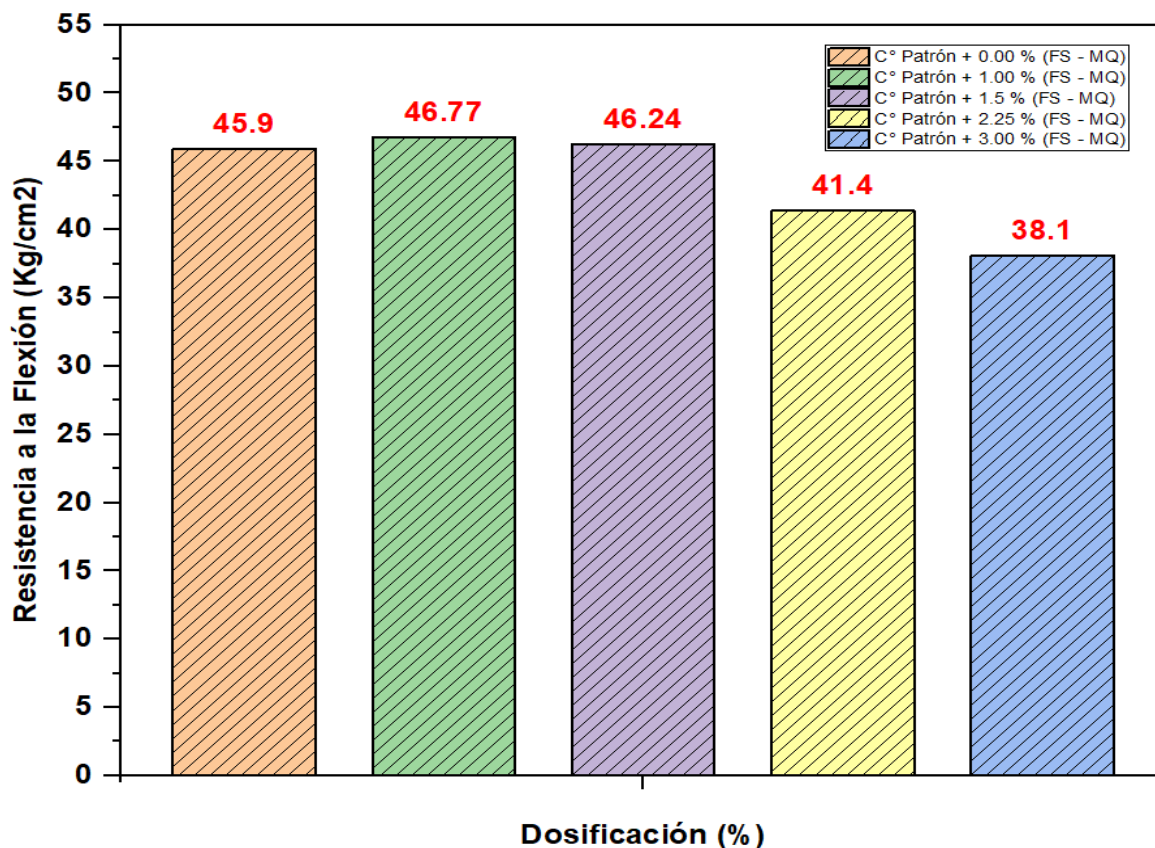


Figura 58. Gráfico de barras de la resistencia a flexión a los 14 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: En la Figura 58 ilustra las cinco mezclas de concreto a los 14 días de curado, según el procedimiento ASTM C78. La muestra patrón (0.00% FS - MQ) presenta el valor de 45.90 kg/cm². Con porcentaje del 1.00% FS-MQ, la resistencia se incrementa ligeramente en un 1.90%, alcanzando los 46.73 kg/cm². Una dosificación del 1.5% FS-MQ muestra un aumento modesto de 0.74%, con el valor de 46.24 kg/cm². Sin embargo, la mezcla con 2.25% FS-MQ experimenta una disminución en la resistencia del 10.02%, con un valor de 41.30 kg/cm². La disminución es más pronunciada con la dosificación de 3.00% FS-MQ, que registra una caída del 16.99%, resultando en 38.10 kg/cm². De estas dosificaciones, la de 1.00% y 1.5% mostró una resistencia superior al concreto patrón indicando que mientras pequeños incrementos en la dosificación de FS-MQ pueden mejorar o mantener sus propiedades, las dosificaciones más altas parecen tener un efecto adverso.

Resistencia a flexión a los 28 días.

En la Tabla 44 se encuentran registrados los valores obtenidos para las distintas dosificaciones a los 28 días de edad.

Tabla 44. Resistencia a la Flexión a los 28 días

Identificación	Codigo	Altura (cm)	Ancho (cm)	Fuerza Máxima (Kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	V-7	15.00	15.00	4425	59.00
	V-8	15.00	15.00	4426	59.00
	V-9	15.00	15.00	4426.5	59.00
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	V-7	15.00	15.00	4700	62.70
	V-8	15.00	15.00	4705	62.77
	V-9	15.00	15.00	4704	62.76
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	V-7	15.00	15.00	4605	61.44
	V-8	15.00	15.00	4600	61.37
	V-9	15.00	15.00	4604	61.42
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	V-7	15.00	15.00	4060	54.10
	V-8	15.00	15.00	4063	54.20
	V-9	15.00	15.00	4061	54.10
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	V-7	15.00	15.00	3844	51.30
	V-8	15.00	15.00	3846	51.30
	V-9	15.00	15.00	3847	51.30

Fuente: Desarrollado por el Tesista

A continuación, se exponen los datos del ensayo al tercer periodo de evaluación en relación con el material sin adición y el resto con las adiciones incorporadas como se ilustra en la Figura 59.

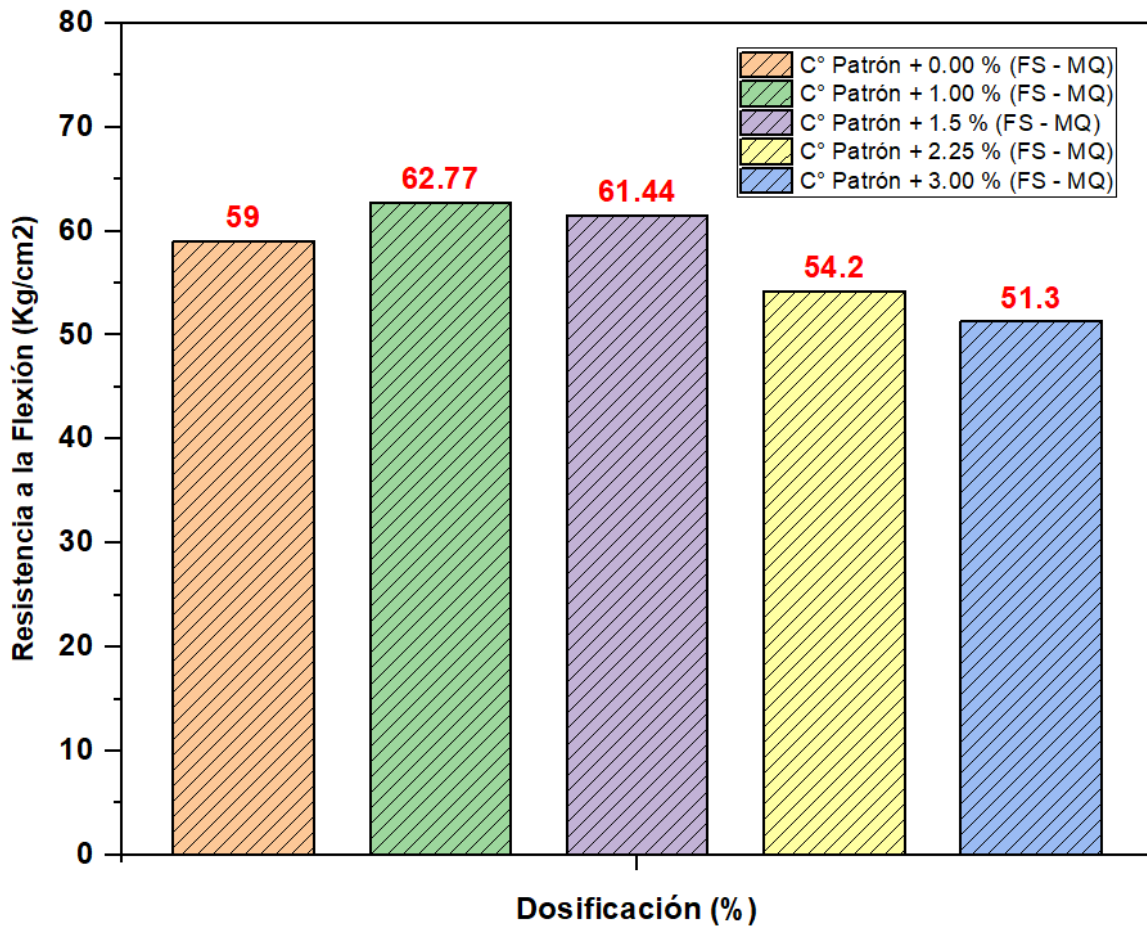


Figura 59. Gráfico de barras de la resistencia a flexión a los 28 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: En la Figura 59 muestra las cinco mezclas de concreto a los 28 días de curado, según el procedimiento ASTM C78, muestra la mezcla patrón tiene el valor de 59.00 kg/cm². Con porcentaje de 1.00% FS-MQ, se aprecia un aumento en la resistencia del 6.39%, alcanzando 62.70 kg/cm². La dosificación de 1.5% FS-MQ muestra también un incremento, de 4.14%, con una resistencia de 61.44 kg/cm². Sin embargo, al aumentar la dosificación a 2.25% FS-MQ, la resistencia disminuye en un 8.14%, resultando en 54.20 kg/cm². De manera similar, con 3.00% FS-MQ, se observa una reducción más notable del 13.05%, con una resistencia final de 51.30 kg/cm². De estas dosificaciones, la de 1.00% y 1.5% mostró una resistencia superior al concreto patrón evidenciando incrementos moderados de FS-MQ pueden mejorar sus valores, mientras que incrementos mayores reducen esta propiedad.

Resumen de la Resistencia a la Flexión a los 7,14 y 28 días

En la Tabla 45 se encuentran registrados los valores para las distintas dosificaciones en el primer al tercer periodo de evaluación

Tabla 45. Resistencia a la Flexión a los 7,14 y 28 días

Identificación	Resistencia Promedio (7 días)	Resistencia Promedio (14 días)	Resistencia Promedio (28 días)
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	40.00	45.90	59.00
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	42.00	46.77	62.77
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	40.93	46.24	61.44
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	35.30	41.30	54.20
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	32.20	38.10	51.30

Fuente: Desarrollado por el Tesista

A continuación, se exponen los datos del ensayo al primer al tercer periodo de evaluación en relación con el material sin adición y el resto con las adiciones incorporadas como se ilustra en la Figura 60.

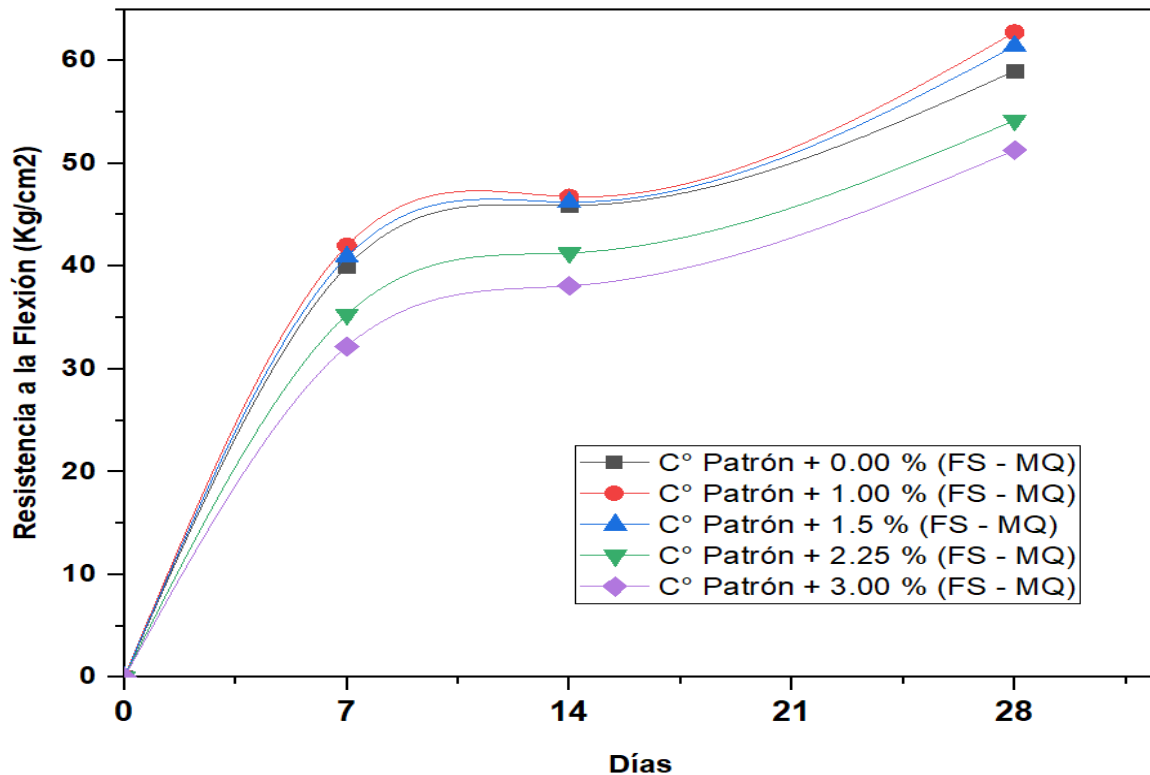


Figura 60. Grafica de las resistencias a flexión a los 7,14 y 28 días

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: La Figura 60 muestra el desarrollo de la resistencia a la tracción para la dosificación patrón (0.00% FS - MQ), se establecen los valores de resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días. El concreto patrón (0.00% FS - MQ) se toma como referencia, mostrando valores de 40.00, 45.90 y 59.00 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días respectivamente. Con una dosificación de 1.00% FS-MQ, la resistencia es superior a la del concreto patrón en todos los períodos evaluados, registrando un incremento del 5.00% a los 7 días (42.00 kg/cm²), del 1.90% a los 14 días (46.77 kg/cm²) y del 6.39% a los 28 días (62.77 kg/cm²). Para la dosificación de 1.5% FS-MQ, la resistencia también aumenta respecto al patrón, con un 2.33% a los 7 días (40.93 kg/cm²), 0.74% a los 14 días (46.24 kg/cm²) y 4.14% a los 28 días (61.44 kg/cm²). La dosificación de 2.25% FS-MQ muestra una reducción en resistencia frente al patrón de -11.75% a los 7 días (35.30 kg/cm²), -10.02% a los 14 días (41.30 kg/cm²) y -8.14% a los 28 días (54.20 kg/cm²). Finalmente, con 3.00% FS-MQ, la resistencia disminuye en un 19.50% a los 7 días (32.20 kg/cm²), -16.99% a los 14 días (38.10 kg/cm²) y -13.05% a los 28 días (51.30 kg/cm²).

OE 3: Determinar la influencia de la dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarilla influye en las propiedades y diseño del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla - 2023.

Influencia en el Asentamiento, Peso Unitario del Concreto y contenido de aire del concreto adicionando las Fibras Sisal y Residuos Mascarilla

Tabla 46. Influencia del asentamiento del concreto en cada dosificación

Cuadro Resumen del Asentamiento, Peso Unitario y Contenido de Aire de las Fibras (FS-MQ)				
Dosificación	Asentamiento		Teórico (%)	P.U Concreto (kg/m ³)
	in	cm		
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	4 1/2	11.5	2.5	2373
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	4 1/3	11.0	1.8	2363
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	4 1/7	10.5	1.7	2356
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	3 3/4	9.5	1.6	2325
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	3 1/2	9.0	1.6	2291

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: Como se ilustra en la Tabla 46 se detallan los valores obtenidos tanto del grupo estándar como del experimental con dosificaciones de concreto fresco de 1.00%, 1.50%, 2.25% y 3.00% usando (FS-MQ). Estos resultados muestran asentamientos que van desde 11.50 cm hasta 9.00 cm, indicando que el concreto tiene una buena consistencia, lo que facilita su uso en diferentes aplicaciones. Es relevante señalar que el contenido de aire en estas mezclas es menor al recomendado por el diseño de mezcla del ACI 211.1. Esta característica ofrece dos beneficios principales: primero, permite que el concreto sea más fácil de trabajar y colocar en moldes; y segundo, asegura una mezcla uniforme al reducir la separación de sus componentes y la pérdida de agua. Sin embargo, el análisis del peso unitario del concreto revela que todas las variantes se encuentran dentro de los estándares del concreto tradicional, manteniéndose entre 2200 kg/m³ y 2400 kg/m³. Es esencial reconocer que, si el peso fuera menor a 2200 kg/m³, estaríamos hablando de un concreto de tipo ligero, que, si bien tiene sus ventajas, también presenta desafíos, como una resistencia reducida y una menor durabilidad en condiciones adversas o zonas de alto desgaste. En resumen, la dosificación de (FS-MQ) en el concreto tiene un impacto positivo en sus propiedades, afectando su resistencia.

Influencia de Resistencia a Compresión adicionando las Fibras Sisal y Residuos Mascarilla

El gráfico ilustra la evolución de dicho ensayo en tres momentos claves: 7, 14 y 28 días, contrastando el grupo patrón con el grupo experimental que incluye dosificaciones de 1.00%, 1.50%, 2.25% y 3.00% de FS-MQ. El objetivo es evaluar cómo estas dosificaciones afectan en un concreto con una resistencia nominal de $f'c=280kg/cm2$.

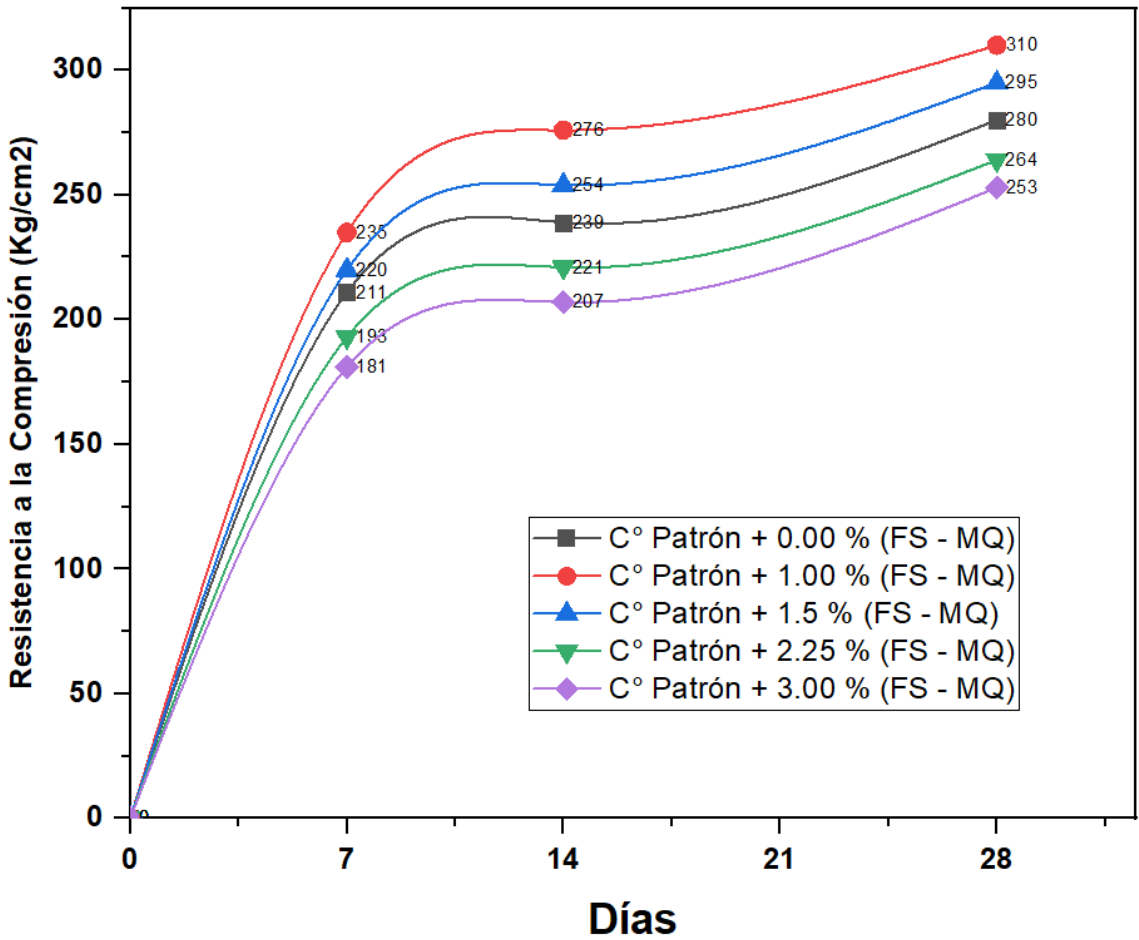


Figura 61. Influencia de la resistencia a compresión en cada dosificación

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: La Figura 61 evidencia cómo se comporta en relación al concreto a lo largo de tres intervalos de tiempo diferentes: 7, 14 y 28 días. Esta figura compara los valores medios alcanzados por el concreto estándar frente a los obtenidos en las mezclas experimentales frente a dosificaciones del 1.00%, 1.50%, 2.25% y 3.00%. De los datos, es claro que la máscara triturada al concreto influye directamente su resistencia. En detalle, al aumentar la dosificación triturada al material, se percibe valores de bajos al llegar a una dosificación del 3.00% (compuesta por 1% de Fibra Sisal y 2% de Residuo de Mascarilla), la resistencia disminuye en -14.22%, -13.39% y -9.64% respecto al patrón, obteniendo 181, 207 y 253 kg/cm² en cada fase. Esta caída se atribuye a una mezcla y un entrelazamiento no óptimos de las fibras, afectando la uniformidad del concreto. No obstante, con una dosificación más moderada del 1.00% (0.25% Fibra Sisal y 0.75% Residuos de Mascarilla), la resistencia se mantiene bastante estable, muestra un incremento sobre el patrón de 11.37%, 15.48% y 10.71%, alcanzando 235, 276 y 310 kg/cm² en cada período.

Influencia de Resistencia a Tracción adicionando las Fibras Sisal y Residuos Mascarilla

El gráfico ilustra la evolución de dicho ensayo en relación con el concreto en tres momentos claves: 7, 14 y 28 días, contrastando el grupo patrón con el grupo experimental que incluye dosificaciones de 1.00%, 1.50%, 2.25% y 3.00% de FS-MQ. El objetivo es evaluar cómo estas dosificaciones afectan al concreto con una resistencia designada de $f'c=280kg/cm^2$.

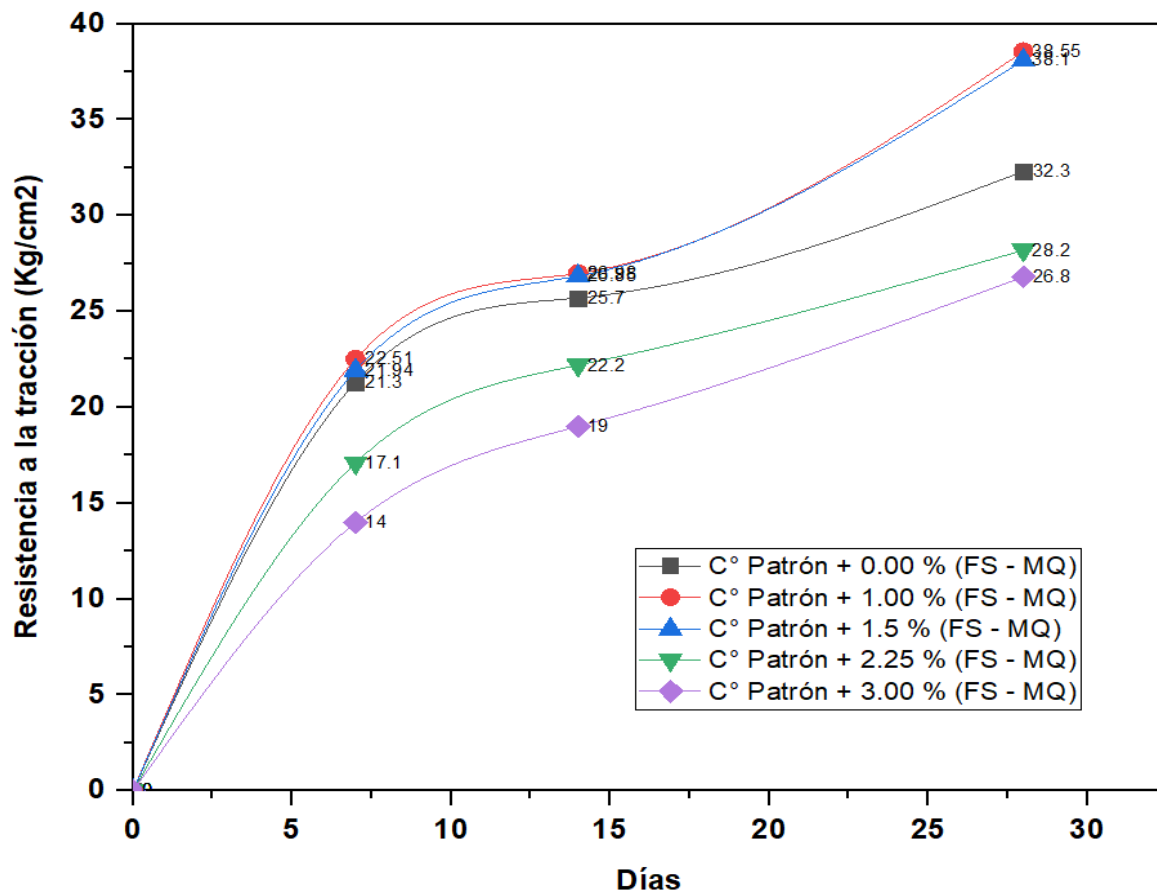


Figura 62. Influencia de la resistencia a Tracción en cada dosificación

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: La Figura 62 ilustra cómo se comporta dicho ensayo a lo largo de tres periodos de tiempo: 7, 14 y 28 días. En esta representación, se contrastan los promedios calculados con el concreto estándar frente a dosificaciones del 1.00%, 1.50%, 2.25% y 3.00%. De los datos, es claro que la incorporación de máscara triturada al concreto influye directamente su resistencia. En detalle, al incrementar el volumen de máscara triturada en la mezcla, se percibe valores bajos al llegar a una dosificación del 3.00% (compuesta por 1% de Fibra Sisal y 2% de Residuo de Mascarilla), la resistencia disminuye aún más frente al patrón, con una caída del 34.27% a los 7 días (14.00 kg/cm²), del 26.07% a los 14 días (19.00 kg/cm²) y del 17.03% a los 28 días (26.80 kg/cm²). Esta caída se atribuye a una mezcla y un entrelazamiento no óptimos de las fibras, afectando la uniformidad del concreto. No obstante, con una dosificación más moderada del 1.00% (0.25% Fibra Sisal y 0.75% Residuos de Mascarilla), la es superior a la del concreto patrón en todos los

períodos evaluados, con incrementos del 5.68% a los 7 días (22.51 kg/cm²), del 4.98% a los 14 días (26.98 kg/cm²) y del 19.35% a los 28 días (38.55 kg/cm²).

Influencia de Resistencia a Flexión adicionando las Fibras Sisal y Residuos Mascarilla

El gráfico ilustra la evolución de dicho ensayo en relación con el concreto en tres momentos claves: 7, 14 y 28 días, contrastando el grupo patrón con el grupo experimental que incluye dosificaciones de 1.00%, 1.50%, 2.25% y 3.00% de FS-MQ. El objetivo es evaluar cómo estas dosificaciones afectan a una resistencia designada de $f'c=280kg/cm^2$.

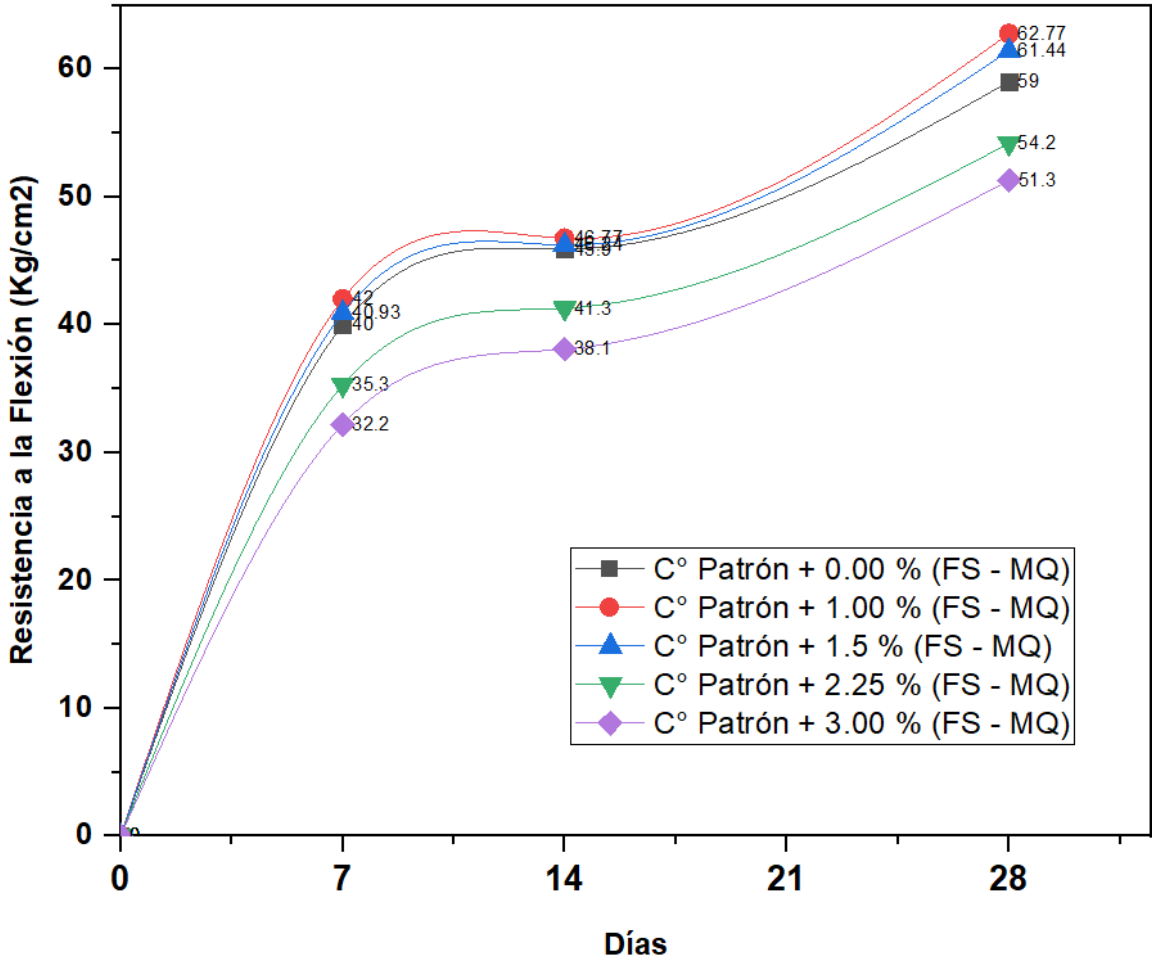


Figura 63. Influencia de la resistencia a Flexión en cada dosificación

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: La Figura 63 ilustra la evolución de dicho ensayo en relación con el concreto a lo largo de tres periodos de tiempo: 7, 14 y 28 días. En esta representación, se contrastan los promedios calculados con el concreto estándar frente a dosificaciones del 1.00%, 1.50%, 2.25% y 3.00%. De los datos, es claro que la incorporación de máscara triturada al concreto influye directamente su resistencia. En detalle, al incrementar el volumen de máscara triturada en la mezcla, se percibe una disminución al llegar al 3.00% (compuesta por 1% de Fibra Sisal y 2% de Residuo de Mascarilla), la resistencia disminuye en -19.50%, -16.99% y -13.55% respecto al patrón, obteniendo 32.20, 38.10 y 51.30 kg/cm² en cada fase. Esta caída se atribuye a una mezcla y un entrelazamiento no óptimos de las fibras, afectando la uniformidad del concreto. No obstante, con una dosificación más moderada del 1.00% (0.25% Fibra Sisal y 0.75% Residuos de Mascarilla), la resistencia se mantiene bastante estable pues evidencia la muestra un incremento sobre el patrón de 5.00%, 1.90% y 6.39%, alcanzando 42.00, 46.77 y 62.77 kg/cm² en cada período.

OE 4: Determinar la influencia de la dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarilla influye en las propiedades y diseño del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla - 2023.

4.2.5. DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

Estudio de Tráfico:

Inicialmente, se llevó un análisis de tráfico para calcular el IMDA y ESAL, utilizando como referencia el manual de carreteras. La figura 64 ilustra un esquema del área de estudio y la estación designada para la recolección de datos.



Figura 64. Mapa de ubicación de estaciones para conteo de vehículos

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Iniciamos un estudio de tráfico en el que se establecieron dos estaciones para abarcar ambos carriles y registrar la circulación en ambas direcciones. Los datos se recopilaban desde las 6:00 am hasta las 9:00 pm durante 7 días consecutivos. Durante este periodo, se identificaron tres intervalos de mayor flujo vehicular: de 7:00 a 8:00 am, relacionado con la cercanía a centros educativos; de 13:00 a 14:00, por la rotación de estudiantes entre turnos; y al finalizar la jornada laboral en oficinas aledañas. En este estudio, se contabilizaron distintos tipos de vehículos, incluyendo automóviles, Station Wagons, camionetas, microbuses, ómnibus, camiones, semitrailers y trailers.

En la siguiente imagen se anexa el conteo vehicular para el cálculo del ESAL, dato importante para el diseño del pavimento rígido.

Figura 65. Ficha de conteo de vehículos

Día		Automóvil	S. Wagon	Camionetas			Micro	Omnibus			Camion			Semitrailers					Trailers				
				Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
Domingo 01/10/2023	Av. La Playa - PE-20	8310	7418	830	638	35	2518	55	18	32	25	6	4	3	2	3	3	3	10	2	2	0	0
	PE-20 - Av. La Playa	7564	7235	750	415	25	2200	30	15	20	10	4	3	0	2	3	1	5	4	0	2	0	0
	Total	15874	14653	1580	1053	60	4718	85	33	52	35	10	7	3	4	6	4	8	14	2	4	0	0
Lunes 02/10/2023	Av. La Playa - PE-20	10697	8676	823	908	103	3223	179	40	2	40	11	25	15	9	15	9	10	6	6	5	5	2
	PE-20 - Av. La Playa	10789	8694	786	910	109	3254	175	37	9	35	10	12	10	4	5	5	3	3	3	3	5	2
	Total	21486	17370	1609	1818	212	6477	354	77	11	75	21	37	25	13	20	14	13	9	9	8	10	4
Martes 03/10/2023	Av. La Playa - PE-20	11642	10654	745	534	265	3276	140	45	35	15	15	25	15	5	4	3	7	3	2	2	2	2
	PE-20 - Av. La Playa	10678	10832	541	359	125	3945	125	23	32	10	9	14	12	3	1	3	9	8	2	3	2	5
	Total	22320	21486	1286	893	390	7221	265	68	67	25	24	39	27	8	5	6	16	11	4	5	4	7
Miércoles 04/10/2023	Av. La Playa - PE-20	12354	14523	956	458	652	351	256	40	35	36	24	65	25	4	5	9	4	5	2	2	5	1
	PE-20 - Av. La Playa	11564	12354	845	657	452	324	245	35	24	25	32	32	17	6	3	6	3	5	4	2	4	1
	Total	23918	26877	1801	1115	1104	675	501	75	59	61	56	97	42	10	8	15	7	10	6	4	9	2
Jueves 05/10/2023	Av. La Playa - PE-20	15634	14652	945	468	623	324	222	25	30	24	25	60	28	4	3	1	11	0	2	1	4	3
	PE-20 - Av. La Playa	14679	13354	785	452	555	333	152	35	17	20	15	35	20	4	5	0	8	3	0	3	5	3
	Total	30313	28006	1730	920	1178	657	374	60	47	44	40	95	48	8	8	1	19	3	2	4	9	6
Viernes 06/10/2023	Av. La Playa - PE-20	12486	12456	124	456	36	378	354	45	45	85	11	8	3	1	8	1	5	7	2	2	4	5
	PE-20 - Av. La Playa	11112	12444	111	398	40	345	325	42	40	50	10	5	1	5	3	0	3	0	0	0	4	6
	Total	23598	24900	235	854	76	723	679	87	85	135	21	13	4	6	11	1	8	7	2	2	8	11
Sábado 07/10/2023	Av. La Playa - PE-20	10160	9231	1183	995	57	3004	199	30	9	50	18	15	10	8	12	5	19	4	2	3	5	
	PE-20 - Av. La Playa	9982	9054	983	905	65	2897	175	33	15	20	10	6	4	5	3	1	4	5	3	3	4	4
	Total	20142	18285	2166	1900	122	5901	374	63	24	70	28	21	19	15	11	13	9	24	7	5	7	9
IMDs	Av. La Playa - PE-20	11611.9	11087.1	800.9	636.7	253.0	1867.7	200.7	34.7	26.9	39.3	15.7	28.9	14.9	5.0	6.6	5.4	6.4	7.1	2.9	2.3	3.3	2.6
	PE-20 - Av. La Playa	10909.7	10566.7	685.9	585.1	195.9	1899.7	175.3	31.4	22.4	24.3	12.9	15.3	9.1	4.1	3.3	2.3	5.0	4.0	1.7	2.3	3.4	3.0
	Total	22521.6	21653.9	1486.7	1221.9	448.9	3767.4	376.0	66.1	49.3	63.6	28.6	44.1	24.0	9.1	9.9	7.7	11.4	11.1	4.6	4.6	6.7	5.6
IMDa	Av. La Playa - PE-20	12299.40	11743.62	848.28	674.41	267.98	1978.30	194.10	33.57	25.97	37.99	15.20	27.91	14.37	4.84	6.35	5.25	6.22	6.91	2.76	2.21	3.18	2.49
	PE-20 - Av. La Playa	11555.69	11192.38	726.47	619.79	207.45	2012.20	169.51	30.39	21.69	23.49	12.43	14.78	8.84	4.01	3.18	2.21	4.84	3.87	1.66	2.21	3.32	2.90
	Total	23855.09	22936.00	1574.74	1294.20	475.43	3990.50	363.61	63.96	47.66	61.48	27.63	42.69	23.21	8.84	9.53	7.46	11.05	10.78	4.42	4.42	6.49	5.39
2023	Total vehículos	23855	22936	1575	1294	475	3991	364	64	48	61	28	43	23	9	10	7	11	11	4	4	6	5

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Donde:

$$IMDs = \frac{V_D + V_L + V_M + V_M + V_J + V_V + V_S}{7}$$

$$IMDa = IMDs * fe$$

El **IMDs** se determinó a partir del promedio obtenido de la suma de datos recolectados durante una semana. Por otro lado, el **IMDa** se calculó multiplicando el **IMDs** por un factor de corrección correspondiente a vehículos ligeros y pesados por unidad de peaje. Estos factores de corrección fueron proporcionados por **SUTRAN**. Es relevante mencionar que la zona de estudio está próxima al peaje **SERPENTIM PASAMAYO**, y para este análisis se consideraron los valores correspondientes al mes de octubre, que fueron **1.059** y **0.967**, respectivamente

Demanda Proyectada

Los datos obtenidos de este estudio son fundamentales para proyectar la demanda a lo largo del período de análisis. Esta información resulta crucial para estimar el número de Ejes Equivalentes (EE) necesarios para conocer el espesor de la losa de concreto. Para el análisis, se emplearon los lineamientos del Manual de Carreteras, centrándose en las secciones correspondientes a Pavimentos.

- **Factor direccional y factor carril**

Esta relación se identifica como el indicador del número de vehículos pesados que transitan en una dirección determinada del flujo de tráfico.

N° Calzadas	N° de Sentidos	N° x carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Fd x Fc para carril de diseño
2 calzadas con separador central	2 sentidos	1	0.5	1	0.5
	2 sentidos	2	0.5	0.8	0.4
	2 sentidos	3	0.5	0.6	0.3
	2 sentidos	4	0.5	0.5	0.25

Figura 66. Factores de Distribución Direccional y de Carril

Fuente: (MTC, 2014, pág. 68)

En relación con la zona de estudio, esta cuenta con dos calzadas separadas por un divisor central y tiene cuatro carriles en total, distribuidos en dos carriles por cada sentido de circulación.

- **Cálculo de tasas de crecimiento y proyección**

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0(1 + r)^{n-1}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

T₀ = Tránsito actual (año base) en veh/día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Para ello se tomaron los siguientes criterios

Tabla 47. Tasa anual de crecimiento de vehículos

Tasa anual de crecimiento Vehículos livianos	r:	1.45 %
Tasa anual de crecimiento vehículos pesados	r:	3.07 %
Tiempo que pasa del estudio de proyecto hasta la ejecución (años)	n:	2

Fuente: Elaboración Propia

Para determinar cuántos vehículos, tanto ligeros como pesados, se utilizaron los datos proporcionados por SUTRAN. Además, se contempla un periodo de ejecución del proyecto de dos años.

Tasa de crecimiento de vehículos ligeros		Tasa de crecimiento de vehículos pesados	
Departamento	TC	Departamento	PBI
Lambayeque	0.97%	Lambayeque	3.45%
Lima provincias	1.45%	Lima provincias	3.07%

Figura 67. Tasa de Crecimiento de vehículos

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, presentamos un cuadro que detalla el criterio para seleccionar el Fca con un periodo de análisis proyectado a 20 años

Pavimento rígido			
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	3.07 %	
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n:	20	
Factor Fca vehículos pesados	$Factor Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$	Fca	27.06

Tabla 48. Factor de crecimiento acumulado

Fuente: Elaboración Propia

- **Número de repeticiones de ejes equivalentes**

Para el cálculo de los EE, recurrimos a relaciones simplificadas que se obtuvieron a partir de la correlación de valores presentes en el manual de carreteras.

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE 8.2 tn)
Eje Simple de ruedas simples (EEs1)	$[P/6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EEs2)	$[P/8.2]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETA1)	$[P/13.0]^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EETA2)	$[P/13.3]^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETR1)	$[P/16.6]^{4.0}$
Eje Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)	$[P/17.5]^{4.0}$
P= peso real por eje en toneladas	

Figura 68. Relación de Cargas por Eje para Pavimentos Rígidos

Fuente: (MTC, 2014, pág. 71)

Finalmente, nuestros resultados reflejan los Ejes Equivalentes requeridos para el diseño de un pavimento rígido, proyectados hasta el año 2045.

Pavimento rígido		
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	3.07 %
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n:	20
Factor Fca vehículos pesados $Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$	Fca	27.06
N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido		2 calzadas con separador central, 2 sentidos, 2 carriles por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.40
Número de ejes equivalentes (ESAL) $\#EE = 365 * (\Sigma f. IMDa) * Fd * Fc * Fca$	ESAL	14 684 799

Figura 69. Cálculo de ESAL

Fuente: Elaboración Propia

El cálculo del ESAL tuvo un valor de 14 684 799 se encuentra clasificado en el rango de:

Figura 70. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 T

Tp11	> 12'500.000 EE ≤ 15'000.000 EE
------	---------------------------------

Fuente: (MTC, 2014, pág. 230)

Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr)

Se define como la confiabilidad puede interpretarse como un factor de seguridad en el diseño.

Clasificación funcional	Nivel de Confiabilidad	
	Urbano	Rural
Autopista y Carreteras interestatales y otras vías	85.0 - 99.9	80.0 - 99.9
Arterias Principales	80.0 - 99.0	75.0 - 95.0
Colectores	80.0 - 95.0	75.0 - 95.1
Locales	50.0 - 80.0	50.0 - 80.0

Tipos de Caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Nivel de Confiabilidad (R)	Desviación Estándar Normal (Zr)
Resto de Caminos	TP11	12'500.001	15'000.000	90%	-1.282

Figura 71. Confiabilidad y Desviación Estándar Normal

Fuente: (MTC, 2014, pág. 231)

Interpretación: La zona en estudio fue categorizada como una autopista, cumpliendo con las características definitorias de este tipo de vía. Se estableció un nivel de confiabilidad del 90% y su (Zr) valorada en -1.282.

Error Estándar Combinado (So)

Proyecto de Pavimento	So	
	Flexible	Rígido
	0.40 - 0.50	0.30 - 0.40
Construcción Nueva	0.45	0.35
Sobrecapas	0.5	0.4

Figura 72. Error Estándar Combinado (So)

Fuente: (MTC, 2014, pág. 232)

Interpretación: Para el área en cuestión, se planea una nueva construcción de pavimento rígido con un valor de $So=0.35$.

Índice de Serviciabilidad (Δ PSI)

Tipos de Caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Índice de Serviciabilidad (Pi)	Índice de Serviciabilidad Final (Pt)	Índice de Serviciabilidad (Δ PSI)
		12'500.001	15'000.000	4.30%	2.50	1.80
Resto de Caminos	TP11					

Figura 73. Cuadro del índice de Serviciabilidad (Δ PSI)

Fuente: (MTC, 2014, pág. 233)

Interpretación: Dado que fue clasificado como tráfico tipo Tp11, su (Pt) = 4.30, y el final (Pf) = 2.50. Esto nos da una diferencia de serviciabilidad (Δ PSI) de 1.80.

CBR mínimo de la subbase granular (%)

Tráfico	Ensayo Norma	Requerimiento
Para tráfico $\leq 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 40%
Para tráfico $> 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 60%

Figura 74. Requerimiento de CBR mínimo

Fuente: (MTC, 2014, pág. 234)

Interpretación: Considerando el tráfico tipo Tp11 y siendo un diseño nuevo, se estipuló un CBR mínimo del 40%

Módulo de reacción de la subrasante (Mpa/m)

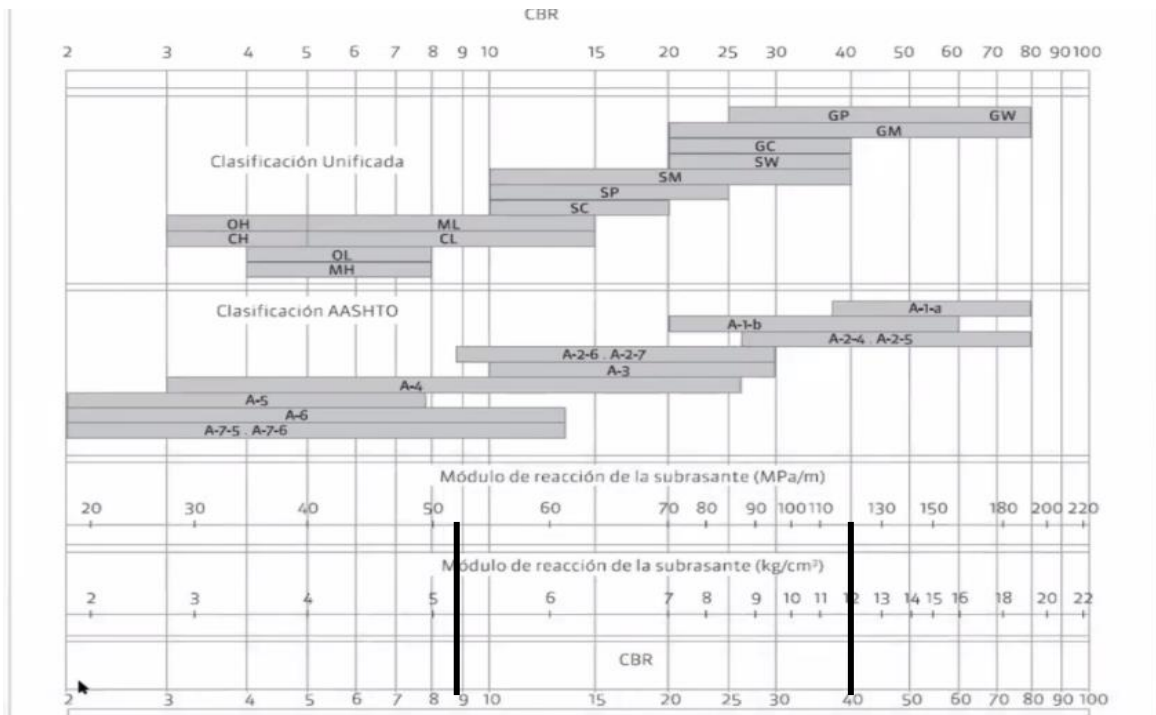


Figura 75. Módulo de reacción de la subrasante

Fuente: (MTC, 2014, pág. 234)

Interpretación: El estudio de suelos para nuestra área de estudio arrojó un CBR de 8.8% y, para la subbase granular, un CBR del 40%. Esto resultó en la determinación del módulo de reacción de la subrasante con valores de $K_0 = 52$ Mpa y $K_1 = 120$ Mpa, respectivamente.

Coeficiente de reacción combinado (Mpa)

Para hallar el resultado se usó la siguiente fórmula:

$$K_c = \left(1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 + \left(\frac{K_1}{K_0} \right)^{\frac{2}{3}} \right)^{0.5} * K_0$$

$$K_c = \left(1 + \left(\frac{15}{38} \right)^2 + \left(\frac{120}{52} \right)^{\frac{2}{3}} \right)^{0.5} * 52$$

El MTC recomienda un espesor para la subbase granular de $h = 15$ cm, lo que resulta en un K_c de 58.65 Mpa/m.

Cálculo del Módulo de rotura del concreto:

Rango de Tráfico (EE)	Rest. Mínima a la Flexotracción (MR)	Rest. Mínima equivalente a la compresión
5'000.000 EE > X ≤ 15'000.000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²

Figura 76. Requerimiento Mínimo para resistencia al concreto

Fuente: (MTC, 2014, pág. 235)

Interpretación:

Diseño de Mezcla Patrón

Los resultados de los ensayos mostraron que, para el último periodo de evaluación tuvo como resistencia de $f_c=280$ kg/cm², según se detalla en la tabla 37. Además, la resistencia a la flexión alcanzó los 59 kg/cm², como se indica en la tabla 45. Esta última medida satisface el requisito mínimo de resistencia a la flexión (Mr), pero no alcanza el mínimo requerido para la resistencia como se observa en la figura 76.

Diseño 1% (0.25% Sisal + 0.75% Mascarilla)

Los resultados de los ensayos mostraron que, para el último periodo de evaluación tuvo como resistencia de $f_c=310$ kg/cm², según se detalla en la tabla 37. Además, la resistencia a la flexión alcanzó los 62.77 kg/cm², como se indica en la tabla 45. Esta última medida satisface el requisito mínimo de resistencia a la flexión (Mr), además alcanza el mínimo requerido para la resistencia, de acuerdo como se muestra en la figura 76.

Diseño 1.5% (0.50% Sisal + 1.00% Mascarilla)

Los resultados de los ensayos mostraron que, para el último periodo de evaluación tuvo como resistencia de $f_c=295$ kg/cm², según se detalla en la tabla 37. Además, la resistencia a la flexión alcanzó los 61.44 kg/cm², como se indica en la tabla 45. Esta última medida satisface el requisito mínimo de resistencia a la flexión (Mr), pero no alcanza el mínimo requerido para la resistencia, de acuerdo como se muestra en la figura 76.

Diseño 2.25% (0.75% Sisal + 1.5% Mascarilla)

Los resultados de los ensayos mostraron que, para el último periodo de evaluación tuvo como resistencia de $f_c=264$ kg/cm², según se detalla en la tabla 37. Además, la resistencia a la flexión alcanzó los 54.20 kg/cm², como se indica en la tabla 45. Esta última medida satisface el requisito mínimo de resistencia a la flexión (M_r), pero no alcanza el mínimo requerido para la resistencia, de acuerdo como se muestra en la figura 76.

Diseño 3% (1.00% Sisal + 2.00% Mascarilla)

Los resultados de los ensayos mostraron que, para el último periodo de evaluación tuvo como resistencia de $f_c=253$ kg/cm², según se detalla en la tabla 37. Además, la resistencia a la flexión alcanzó los 51.30 kg/cm², como se indica en la tabla 45. Esta última medida satisface el requisito mínimo de resistencia a la flexión (M_r), pero no alcanza el mínimo requerido para la resistencia a la compresión, de acuerdo como se muestra en la figura 76.

Tabla 49. Comparación de espesores según contenido de fibras

Dosificación	Losa de Concreto (cm)		Subbase Granular (cm)	R. Mínima (300 kg/cm ²) / (Observaciones)
	Con Pasador	Sin Pasador		
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	24	28	15	F'c= 280, No cumple
				Con J = ahorras 3 cm
				Sin J = No cumple, excede 1 cm
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	23	27	15	F'c= 310, Cumple
				Con J = ahorras 4 cm
				Sin J = cumple, no hay ahorro
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	24	27	15	F'c= 295, No cumple
				Con J = ahorras 3 cm
				Sin J = cumple, no hay ahorro
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	25	29	15	F'c= 264, No cumple
				Con J = ahorras 2 cm
				Sin J = No cumple, excede 2 cm
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	26	30	15	F'c= 253, No cumple
				Con J = ahorras 1 cm
				Sin J = No cumple, excede 3 cm

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Cálculo del Módulo de elasticidad:

Considerando:

$$F'c=310\text{kg/cm}^2 = 4409.24 \text{ psi}$$

Formula AASHTO:

$$57000 * (f'c)^{0.5} = 57000 * 4409.24^{0.5} = 378498.8851 \text{ PSI} = 2609.657 \text{ MPA}$$

Cálculo del coeficiente de transferencia de carga:

Al tener confinamiento lateral y al ser un pavimento de tránsito alto, consideramos la colocación de pasadores, por lo que:

Tipo de Berma	J			
	Granular Asfáltica		Concreto Hidráulico	
Valores J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
	3.2	3.8 - 4.4	2.8	3.8

Figura 77. Coeficiente de transferencia de carga

Fuente: (MTC, 2014, pág. 237)

Interpretación: Se considero un coeficiente de transferencia de carga (J) = 2.8

Cálculo del coeficiente de drenaje:

Considerando los 180 días de lluvia al año y el drenaje regular:

Calidad de Drenaje	% del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.9

Figura 78. Coeficiente de drenaje

Fuente: (MTC, 2014, pág. 237)

Interpretación: Se considero un coeficiente de drenaje (Cd) de 0.90

Espesor de losa de concreto

Datos Proporcionados		
CBR Sub-base Granular	CBR SBG%	40
Tráfico x10 ⁶ EE	ESAL	15
Calidad del Drenaje	Cd	0.9
Procedimiento Cálculos		
Cargas de Tráfico Vehicular al Pavimento	ESAL (W18)	14684799
Suelo de la Subrasante	CBR	8.80 %
Modulo de Resiliencia de la Subrasante Mr (psi)= 2555xCBR ^{0.64}	MR (psi)	10276.85
Resistencia del Concreto (Kg/cm ²)	F'c	310
Módulo elástico del Concreto (MPA) E=57000X(f'c) ²	Ec	26096.10
Resistencia media del concreto a flexo tracción (MPA) Mr=a*f'c ^{0.5}	Mr	6.15
Modulo de reacción de la subrasante (Mpa/m)	Ko	52
CBR mínimo de la subbase (%)	CBR (subB)	40.00 %
Módulo de reacción de la subbase granular (Mpa/m)	K1 (subB)	120
Espesor de la subbase granular (cm) recomendado por la MTC	h	15 cm
Coficiente de reacción combinado (Mpa) $K_c = \left(1 + \left(\frac{h}{38}\right)^2 + \left(\frac{K_1}{K_0}\right)^{\frac{2}{3}}\right)^{0.5} * K_0$	Kc	58.65
Tipo de Tráfico	Tipo:	T P11
Nivel de Confiabilidad	Coef.	90%
Coficiente estadístico de desviación estándar normal	ZR	-1.282
Desviación estándar combinado	So	0.35
Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	Pi	4.3
Indice de serviciabilidad Final según rango de tráfico	Pt	2.5
Diferencial se serviciabilidad según rango de tráfico	Δ PSI	1.8
Coficiente de Transmisión de Cargas en las juntas	J	2.8
*Concreto Hidráulico con pasadores		

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{ds} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Espesor de pavimento de concreto en milímetros	D=	225.10
--	----	--------

d1	d2
23.00 cm	15 cm
C.S (Losa de Concreto)	SUBBASE GRANULAR

Figura 79. Memoria de Cálculo

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Interpretación: El diseño arrojó un espesor total de 23 cm, con una subbase granular de 15 cm.

4.3. Análisis Estadístico de resultados

El método empleado para determinar el grado de asociación se detalla en el Anexo 05.

Para la Resistencia en compresión: Se identifica una correlación positiva destacada entre este ensayo y la mezcla de Fibra de Sisal con Residuos de mascarilla, evidenciada por un coeficiente de correlación de Pearson de -0.639.

Para la Resistencia en tracción: Hay una fuerte correlación positiva entre este ensayo y la mezcla de Fibra de Sisal y Residuos de mascarilla, con un coeficiente de correlación de Pearson de -0.595

Para la Resistencia en flexión: Se destaca una correlación positiva significativa entre este ensayo y la combinación de Fibra de Sisal y Residuos de mascarilla, indicada por un coeficiente de correlación de Pearson de -0.748

V. DISCUSIÓN

OE 1: Determinar cómo influye la adición de fibras sisal y mascarillas en las propiedades físicas de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla – 2023

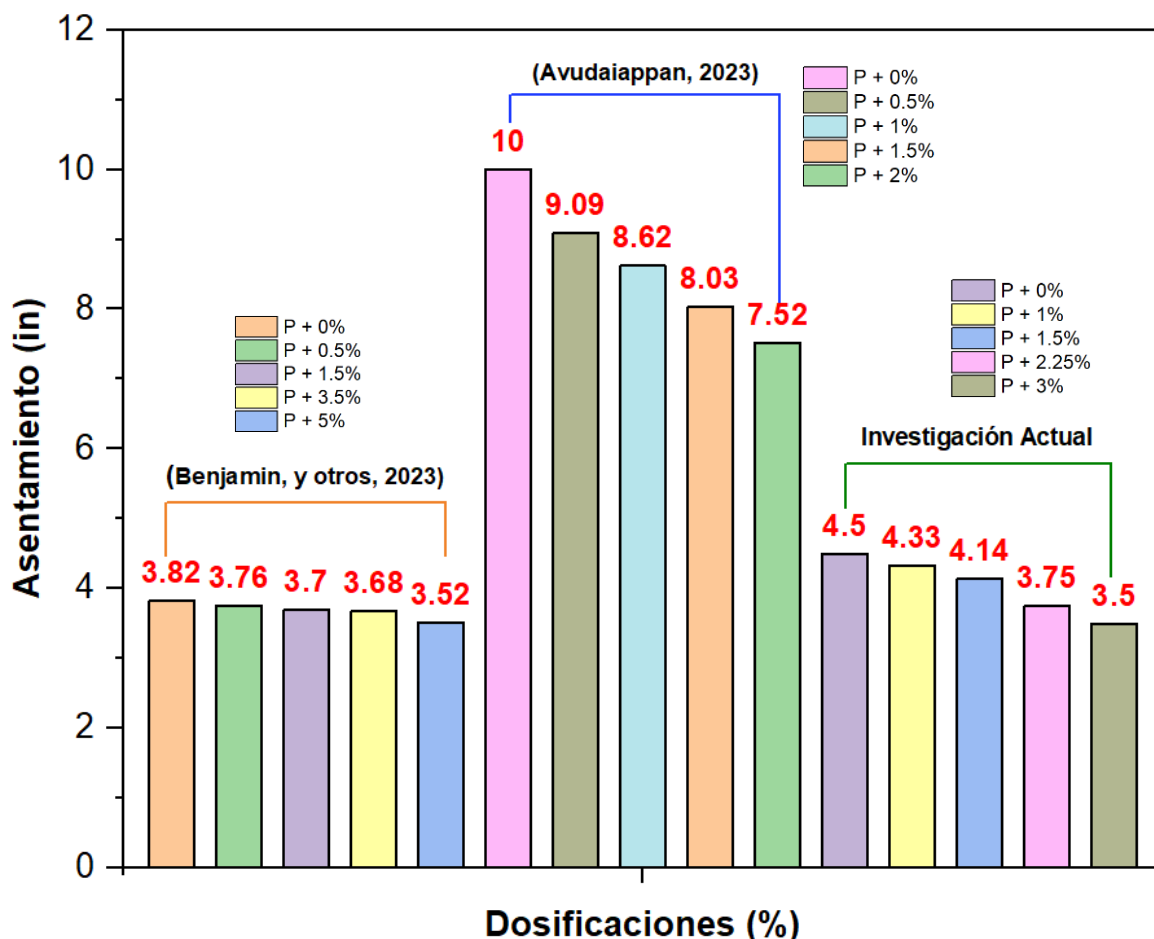


Figura 80. Influencia de asentamientos de diferentes investigaciones

Fuente: Desarrollado por el Tesista

En la investigación actual la dosificación base, sin adición de (FS-MQ), mostró un asentamiento de 4 1/2 pulgadas. Al incrementar la dosificación de fibras (Sisal y residuos de mascarilla), la disminución en asentamiento fue de -4.35% con 1.00% FS, -8.69% con 1.5% FS, -17.39% con 2.25% FS y -21.74% con 3.00% FS, manteniendo en todos los casos una consistencia plástica y trabajabilidad adecuada, mostrando que el concreto mantiene una consistencia adecuada para su manipulación. Durante el estudio, se consideró la textura y longitud de los

materiales, ya que pueden influir en sus características físicas y mecánicas. Por otro lado, los resultados de (Benjamin, y otros, 2023), que también utilizaron FS, mostraron un asentamiento inicial de 5 3/6 pulgadas en su dosificación patrón. Sus porcentajes de disminución de asentamiento fueron significativamente menores, con -1.57% para 0.5% FS, -3.14% para 1.50% FS, -3.66% para 3.50% FS y -7.85% para 5.00% FS, lo cual también indica una tendencia a la disminución en la trabajabilidad, pero en una escala más atenuada. Asimismo, (Avudaiappan, 2023), utilizando mascarillas quirúrgicas (MQ) como aditivo, partió de un asentamiento más alto de 10 pulgadas para el patrón, y mostró una reducción de -9.10% para 0.5% MQ, -13.80% para 1.00% MQ, -19.70% para 1.50% MQ y -24.80% para 2.00% MQ, alcanzando una consistencia fluida y una alta trabajabilidad en todas las mezclas.

Aunque la investigación actual y entre los dos autores usaron diferentes aditivos apartes, ambos mostraron que el incremento en la proporción de aditivos reciclados lleva a una mayor disminución en el asentamiento. Cuando se añade mayor porcentaje de fibra de Sisal o residuos de mascarilla, la dispersión se vuelve más compleja y la fluidez del concreto disminuye, un hallazgo consistente en ambas investigaciones.

Peso Unitario

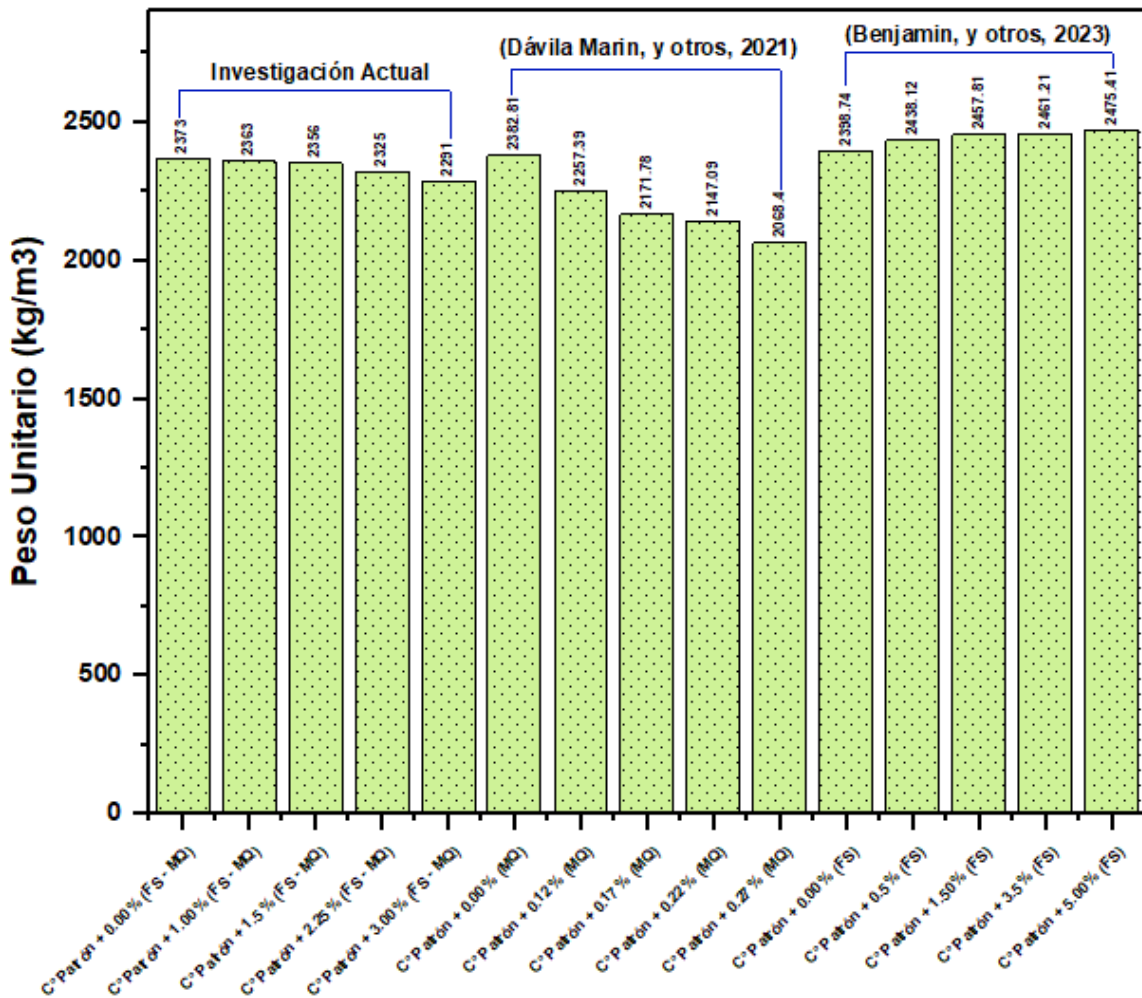


Figura 81. Influencia de Pesos Unitarios de diferentes investigaciones

Fuente: Desarrollado por el Tesista

En el estudio de la investigación actual, el concreto con fibra sisal y material de mascarilla quirúrgica (FS - MQ) muestra una tendencia decreciente en peso unitario a medida que aumenta la proporción de aditivos. Comenzando con valor de 2373.00 kg/m³ para el patrón, la inclusión de 1.00% FS - MQ disminuye ligeramente el peso a 2363.00 kg/m³, y esta tendencia continúa con una disminución progresiva, llegando a 2291.00 kg/m³ con 3.00% FS - MQ, lo que representa una reducción total del 3.46%. En contraposición, (Dávila Marin, y otros, 2021) ven un descenso más pronunciado en el peso unitario con la adición de MQ. Inician con 2382.81 kg/m³ y al añadir 0.27% MQ el peso disminuye a 2068.4 kg/m³, marcando una considerable disminución del 13.19%. Por otro lado, (Benjamin, y otros, 2023)

encuentran un patrón ascendente al incorporar FS en el concreto. Su peso unitario base es de 2398.74 kg/m³, y con un incremento de FS hasta el 5.00%, el peso unitario aumenta a 2475.41 kg/m³, un incremento del 3.20%. Estas diferencias sugieren que el tipo de aditivo y su cantidad tienen efectos distintos en la densidad del concreto. Mientras que el FS parece aumentar el peso unitario, posiblemente debido a su menor densidad en comparación con los componentes tradicionales del concreto, el MQ parece tener el efecto contrario, lo que podría estar relacionado con su estructura o la forma en que interactúa con la matriz de cemento y la manera en cómo realizan el autor el procedimiento varillado y los golpes esto influye también en el peso de cada muestra para las investigaciones

Contenido de Aire

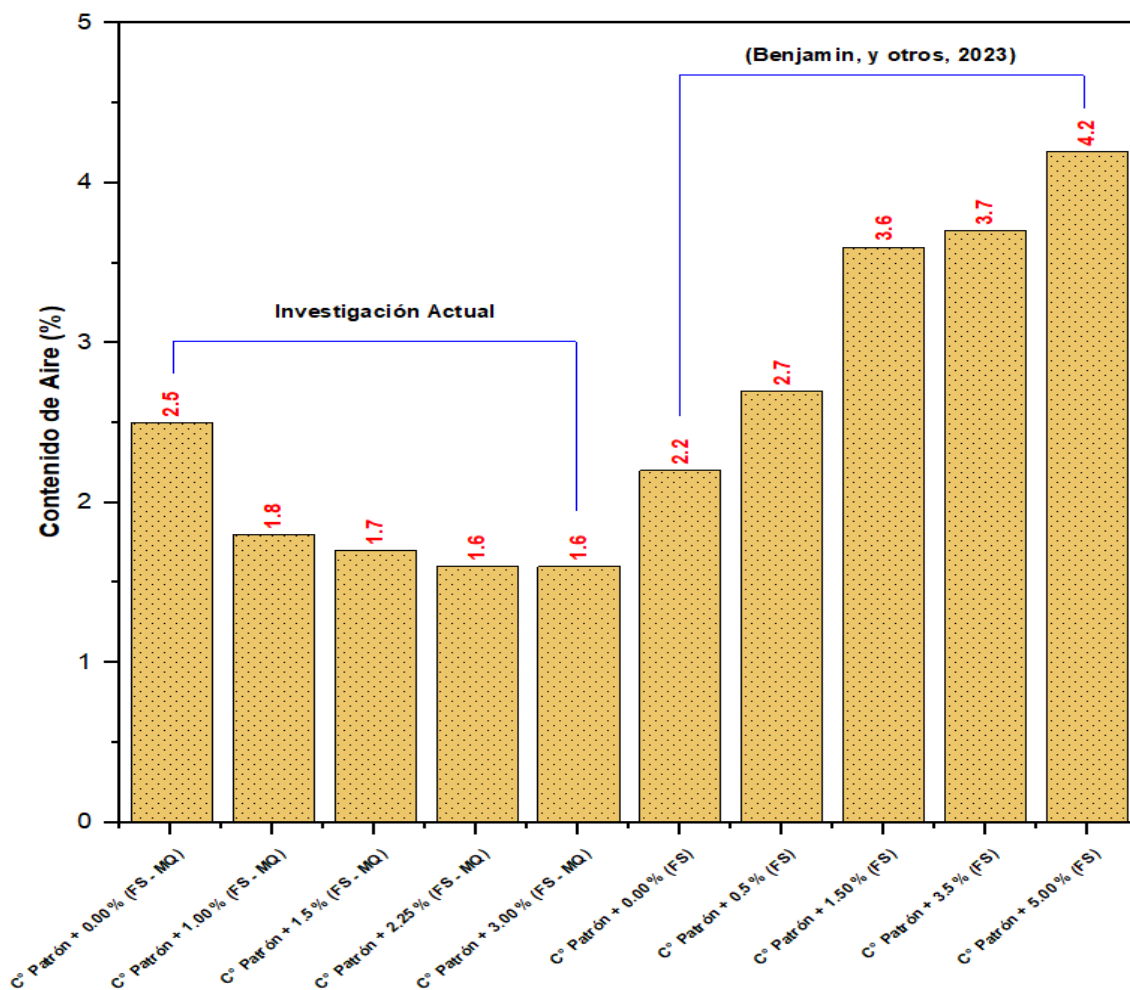


Figura 82. Influencia de Contenido de Aire de diferentes autores

Fuente: Desarrollado por el Tesista

En la investigación de la presente tesis, se observa una disminución sistemática en el contenido de aire al añadir FS - MQ al concreto, comenzando en un 2.50% y disminuyendo a 1.60% con la adición de 3.00% FS - MQ, siguiendo una reducción del 36.00%. Esta disminución pudo evidenciar que no cumplía con los márgenes según el ACI 211, que se estableció para un contenido de aire del 2.5% para agregados de tamaño 1/2", con el propósito de mejorar la durabilidad del concreto, trabajabilidad y su resistencia. La investigación de (Benjamin, y otros, 2023) indica un aumento con la inclusión de FS, comenzando con un 2.20% y subiendo a 4.20% con 5.00% FS, un aumento considerable del 90.91% que supera el contenido de aire típico recomendado por ACI 211 para concretos expuestos a ambientes desfavorables. La diferencia notable entre ambos estudios en cuanto al contenido de aire refleja cómo la selección y dosificación de aditivos pueden ser cruciales para cumplir con los estándares de diseño de mezclas y obtener las propiedades deseadas en el concreto terminado.

OE 2: Determinar cómo influye la adición de fibras de Sisal y mascarilla en las propiedades mecánicas del pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla, en el año 2023.

Resistencia a Compresión

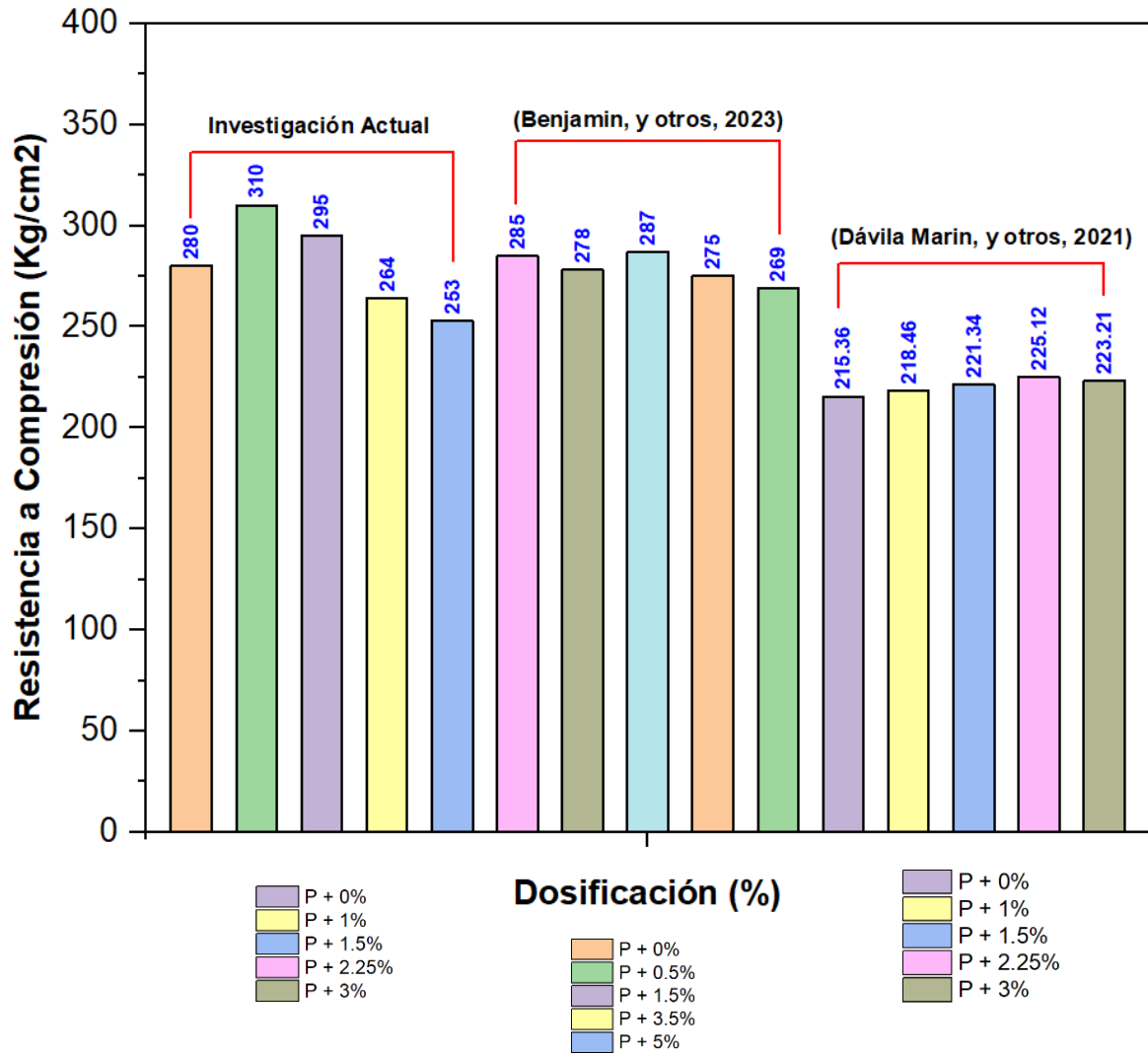


Figura 83. Influencia de resistencia a compresión de distintas investigaciones

Fuente: Desarrollado por el Tesista

En la Figura 81, En la investigación actual, los valores a los 28 días muestran un incremento significativo con la adición de 1.00% FS - MQ, resultando en un aumento del 10.71% con respecto al patrón (280 kg/cm²). Sin embargo, dosificaciones mayores de FS - MQ indican una tendencia a la disminución, con -5.71% para 2.25% y -9.64% para 3.00%, sugiriendo un punto óptimo en la adición de material reciclado. Comparativamente, (Benjamin, y otros, 2023), usando fibra de sisal (FS), experimentaron ligeras disminuciones en el ensayo con la mayor pérdida de -4.21% a una dosificación de 3.5% FS y una disminución menos pronunciada de -2.11% a una dosificación de 5.00% FS, sugiriendo que las fibras de sisal tienen un impacto menos severo con las fibras de mascarilla quirúrgica (MQ). (Dávila Marin, y otros, 2021) presentan resultados utilizando mascarilla quirúrgica (MQ) con aumentos marginales con el mayor aumento de 4.53% a una dosificación de 0.22% MQ y un incremento más modesto de 3.65% a una dosificación de 0.27% MQ, indicando que pequeñas cantidades de MQ pueden mejorar ligeramente su resistencia.

Los resultados entre los estudios varían, con la investigación actual mostrando un claro incremento en resistencia seguido de una disminución que al agregar más del material reciclado, mientras que los otros autores evidencian una relación menos directa o incluso incrementos marginales en la resistencia. Esto resalta cómo distintos tipos de adiciones recicladas y sus cantidades pueden afectar de manera diversa las propiedades mecánicas del concreto. Sin embargo, es vital considerar que esta tendencia no es uniforme entre los autores, y cada uno muestra variaciones propias en sus resultados. Esto debido a que cada autor tomó diferentes longitudes de fibra sisal entre longitudes 1.5 a 5 cm ocasionando que el hormigón no puede ser homogéneo debido a una mezcla y entrelazamiento inadecuados de las fibras causando resistencias bajas

Resistencia a Tracción

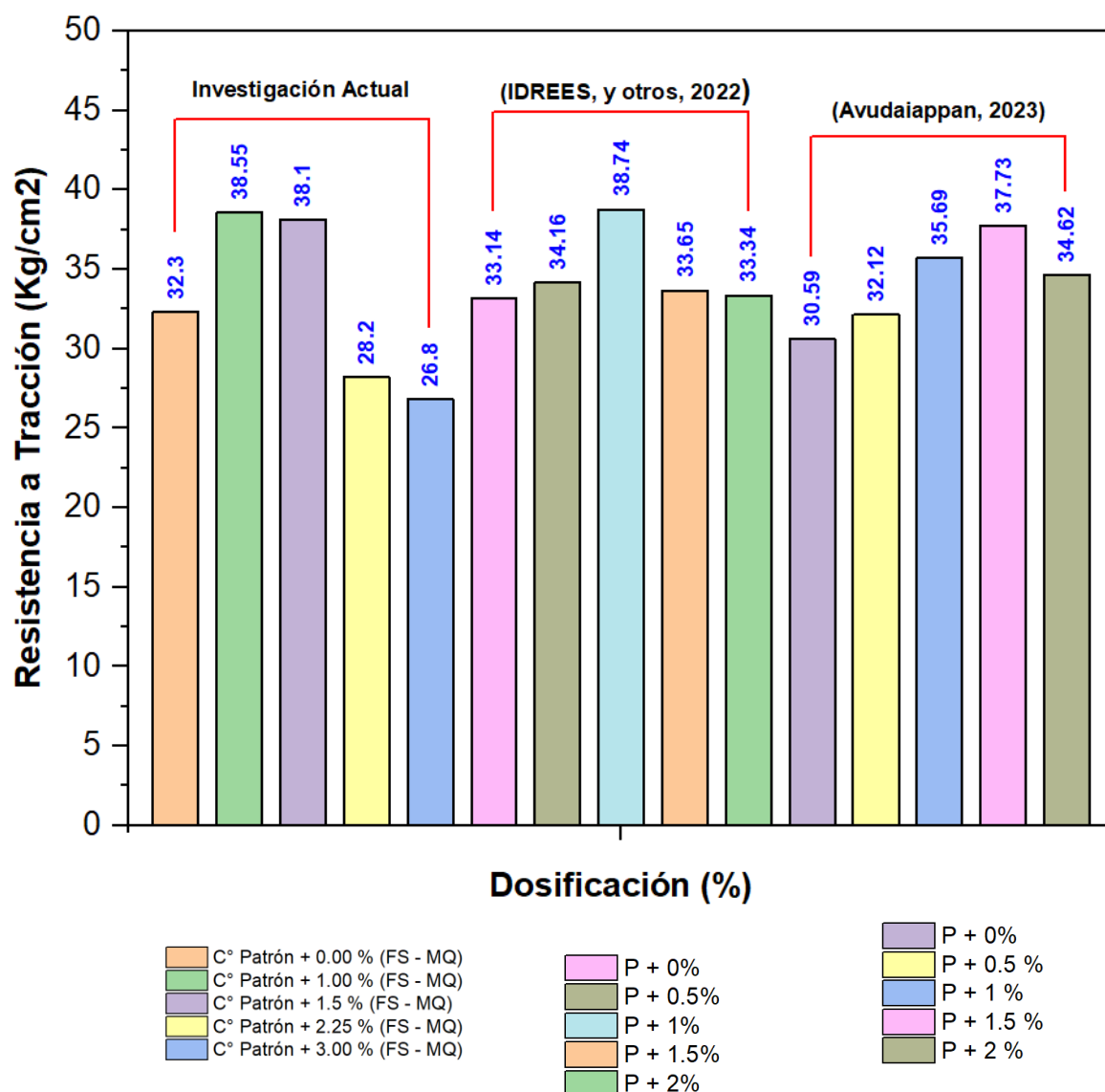


Figura 84. Influencia de resistencia a tracción de distintas investigaciones

Fuente: Desarrollado por el Tesista

En la Figura 82, la investigación actual evidencia, los valores a los 28 días con FS - MQ muestra una mejora con la primera dosificación de 1.00%, aumentando un 19.35%. Sin embargo, incrementos adicionales en la dosificación de FS - MQ disminuyen la resistencia: un 17.96% de incremento con 1.5% FS - MQ, seguido por una disminución del 12.69% con 2.25% FS - MQ y una disminución más pronunciada del 17.03% con 3.00% FS - MQ. (IDREES, y otros, 2022), usando solo MQ, encuentra un aumento de resistencia en todas las dosificaciones, pero con un

patrón menos predecible: un aumento del 3.08% para 0.5% MQ, 16.90% para 1.50% MQ, seguido por un incremento más modesto de 1.54% para 3.5% MQ y solo 0.60% para 5.00% MQ. (Avudaiappan, 2023), evidencia de manera similar una tendencia a subir con la fibra MQ: sin cambio significativo con 0.5% MQ, pero un aumento notable del 16.67% con 1.00% MQ, 23.34% con 1.50% MQ y aun manteniendo un incremento del 13.17% con 2.00% MQ.

Estas observaciones indican que mientras la adición de FS - MQ y MQ puede mejorar la resistencia a la tracción del concreto, la relación no es lineal y depende de las variaciones específicas presentadas por cada autor, sugiriendo que otros factores, posiblemente relacionados con el método de preparación ya que cada autor tomo longitudes 1.5 mm a 5 mm. La investigación actual refleja que existe un punto óptimo de adición antes de que la resistencia comience a disminuir, mientras que los resultados de (Avudaiappan, 2023; IDREES, y otros, 2022) sugieren que la adición de MQ puede ser más tolerante, permitiendo mayores incrementos en la resistencia con dosificaciones crecientes. Lo que implicaría que el concreto con fibra añadida puede tener una mejor capacidad de tracción y, por tanto, una mejor resistencia al agrietamiento que el hormigón ordinario. Sin embargo, es esencial destacar las variaciones específicas presentadas por cada autor, sugiriendo que otros factores, posiblemente relacionados con el método de preparación ya que cada autor tomo longitudes 1.5 mm a 5 mm

Resistencia a Flexión

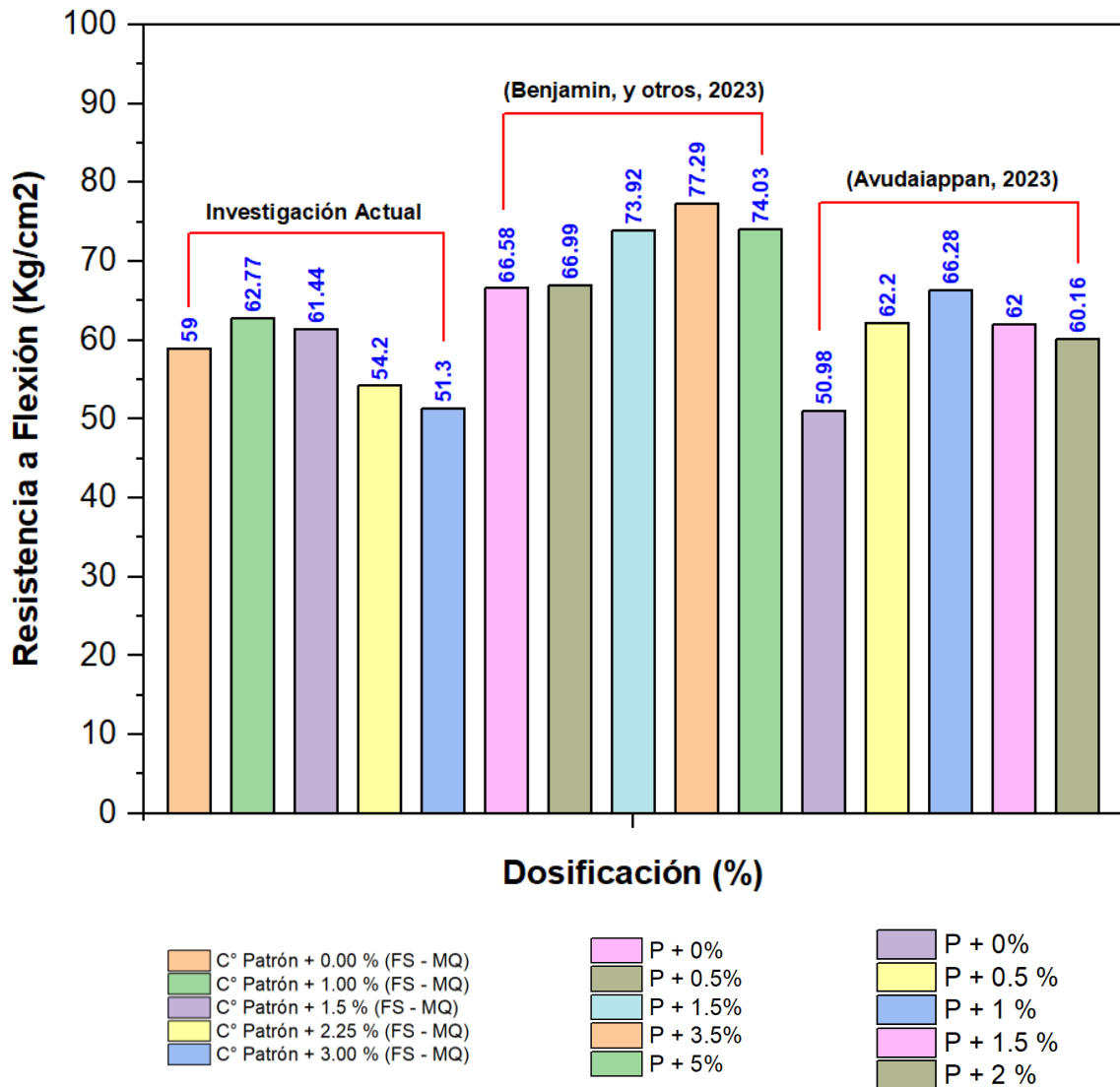


Figura 85. Influencia de resistencia a flexión de distintas investigaciones

Fuente: Desarrollado por el Tesista

En la Figura 83, en la investigación actual revela que la adición de FS - MQ (fibra sisal y material de mascarilla quirúrgica) al concreto tiene un impacto mixto en la resistencia a la flexión a los 28 días. Mientras que una dosificación del 1.00% de FS - MQ incrementa la resistencia a 62.77 kg/cm², aumentos posteriores resultan en disminuciones: 61.44 MPa con 1.5% FS - MQ, 54.20 MPa con 2.25% FS - MQ, y 51.30 MPa con 3.00% FS - MQ. En contraste, el estudio de (Benjamin, y otros, 2023) muestra un aumento sostenido en la resistencia con el uso de FS, alcanzando 77.29 kg/cm² con 3.5% FS y descendiendo levemente a 74.03 kg/cm² con 5.00% FS. (Avudaiappan, 2023) con el uso de MQ, también registra

incrementos, llegando a 66.28 kg/cm² con 1.00% MQ y después una reducción a 60.16 kg/cm² con 2.00% MQ. Estos estudios contrastan con los de la investigación actual, donde se aprecia que incrementos mayores de FS - MQ disminuyen. La variabilidad de los datos puede deberse a la naturaleza y las proporciones de los aditivos reciclados, sugiriendo que mientras algunos aditivos pueden mejorar la resistencia hasta cierto punto, otros pueden tener un límite en el beneficio que proporcionan antes de que comiencen a afectar negativamente las propiedades del concreto. Estos contrastes en los resultados resaltan cómo las propiedades de diferentes aditivos reciclados pueden afectar de manera diversa a los resultados obtenidos. Mientras que en el estudio realizado se identifica un umbral a partir del cual se deteriora la resistencia con FS - MQ, (Benjamin, y otros, 2023) encuentran una mejora constante con FS y (Avudaiappan, 2023) ven resultados favorables con pequeñas adiciones de MQ. Este análisis sugiere que el tipo y la cantidad de aditivo reciclado deben ser cuidadosamente seleccionados para optimizar dichos ensayos, enfatizando la importancia de la compatibilidad entre los aditivos y la matriz de cemento, además del método de preparación ya que cada autor tomo longitudes 1.5 mm a 5 mm

OE 3: Determinar la influencia de la dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarilla influye en las propiedades físicas y mecánicas del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla - 2023.

PROPIEDADES FÍSICAS

Asentamiento del Concreto

Tabla 50. Resultados Finales del Asentamiento según la investigación

MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO POR EL MÉTODO DEL CONO DE ABRAMS						
	Dosificación	Asentamiento		% Disminuye	Consistencia	Trabajabilidad
		in	cm			
Investigación actual	C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	4 1/2	11.5	0.00	Plástica	Trabajable
	C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	4 1/3	11.0	-4.35	Plástica	Trabajable
	C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	4 1/7	10.5	-8.69	Plástica	Trabajable
	C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	3 3/4	9.5	-17.39	Plástica	Trabajable
	C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	3 1/2	9.0	-21.74	Plástica	Trabajable

Fuente: Desarrollado por el Tesista

En la investigación se midió el asentamiento del concreto con diferentes porcentajes de fibra de sisal (FS) y material de mascarillas quirúrgicas (MQ). La muestra patrón, sin adición, mostró un asentamiento de 4 1/2 pulgadas (11.5 cm), considerado como consistencia plástica y calificado como trabajable. Al añadir un 1.00% de FS-MQ, el asentamiento disminuyó ligeramente a 4 1/3 pulgadas (11.0 cm), representando una disminución del 4.35%. Con incrementos sucesivos de FS-MQ, el asentamiento continuó disminuyendo: 8.69% menos con 1.5% FS-MQ, 17.39% menos con 2.25% FS-MQ, y 21.74% menos con 3.00% FS-MQ, indicando una disminución progresiva de la trabajabilidad. Estos resultados siguen la tendencia que se espera según la Tabla 6, donde la consistencia plástica se asocia con un concreto trabajable, aunque al aumentar la proporción de FS-MQ, el concreto se vuelve menos trabajable, manteniendo la consistencia plástica dentro de los límites del asentamiento descrito. Esto podría requerir métodos de compactación más enérgicos para asegurar que el concreto llene adecuadamente los encofrados y envuelva el refuerzo sin dejar vacíos o bolsas de aire, lo que es crucial para mantener la integridad estructural y la durabilidad del concreto endurecido

Peso Unitario

Tabla 51. Resultados Finales del Peso Unitario según la investigación

	Identificación	Peso Unitario (kg/m ³)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
Investigación actual	C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	2373.00	0
	C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	2363.00	-0.42
	C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	2356.00	-0.72
	C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	2325.00	-2.02
	C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	2291.00	-3.46

Fuente: Desarrollado por el Tesista

En la investigación actual, se observa que el peso unitario del concreto disminuye al añadir FS (fibra sisal) y MQ (mascarillas quirúrgicas), empezando de un peso unitario de 2373.00 kg/m³ y disminuyendo hasta 2291.00 kg/m³ con la mayor dosificación de 3.00% FS - MQ. Esta reducción del peso unitario podría influir favorablemente en la losa de concreto, ya que un concreto más liviano puede reducir las cargas transmitidas a la subestructura, potencialmente prolongando la vida útil del pavimento. Sin embargo, para un pavimento rígido, que normalmente requiere un concreto de alta resistencia y durabilidad, es crucial asegurar que la disminución en el peso no comprometa estas propiedades. Siguiendo los parámetros de la Tabla 7, todos los concretos de la investigación actual se clasifican como concreto convencional y serían adecuados para la construcción tradicional, incluyendo pavimentos rígidos, siempre y cuando se mantengan dentro del rango especificado.

Contenido de Aire

Tabla 52. Resultados Finales del Contenido de Aire según la investigación

	Identificación	Contenido de aire (%)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
Investigación actual	C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	2.50	0
	C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	1.80	-28.00
	C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	1.70	-32.00
	C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	1.60	-36.00
	C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	1.60	-36.00

Fuente: Desarrollado por el Tesista

La serie de resultados muestra una disminución en el contenido de aire al añadir FS (fibra sisal) y MQ (mascarillas quirúrgicas), partiendo de un 2.50% en la mezcla patrón hasta llegar a un 1.60% en la mezcla con 3.00% FS - MQ. Según la Tabla para diseño según del ACI 211.1, con AG con TMN de 1/2" que se tomó para nuestro diseño de mezcla, debería ser del 2.5%. Las disminuciones observadas podrían comprometer la resistencia a factores externos al concreto, un factor crítico para pavimentos rígidos, especialmente en zonas como nuestro caso de estudio que se encuentra cerca al mar puede experimentar estas estas condiciones. Por lo tanto, para mantener la durabilidad y la longevidad del pavimento rígido, sería esencial ajustar la mezcla para alcanzar el contenido de aire recomendado.

PROPIEDADES MECÁNICAS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tabla 53. Resultados Finales de la Resistencia a la Compresión según la investigación

Identificación	Resistencia Promedio (7 días)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	211	0
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	235	11.37
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	220	4.27
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	193	-8.53
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	181	-14.22

Identificación	Resistencia Promedio (14 días)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	239	0
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	276	15.48
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	254	6.28
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	221	-7.53
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	207	-13.39

Identificación	Resistencia Promedio (28 días)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	280	0
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	310	10.71
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	295	5.36
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	264	-5.71
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	253	-9.64

Fuente: Elaboración Propia

Se evidencian los resultados para pavimentos rígidos, según las tablas presentadas, muestran que la adición de FS (fibra sisal) y MQ (mascarillas quirúrgicas) tiene un impacto variado a lo largo del tiempo. Inicialmente, a los 7 días, se observa un aumento de resistencia con 1.00% FS-MQ, no obstante, cuanto mayor sea el porcentaje de adición, menor será la resistencia, siendo más notable a los 28 días con una disminución del 9.64% para 3.00% FS-MQ. Estas variaciones

son importantes al considerar la durabilidad y capacidad de carga a largo plazo de un pavimento rígido, especialmente dado que la resistencia a la compresión es un indicador clave de la capacidad del pavimento para soportar cargas de tráfico y condiciones ambientales. Siguiendo el procedimiento del ASTM C39, es fundamental ajustar las proporciones de la mezcla para optimizar un buen resultado y un tiempo de vida bueno.

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Tabla 54. Resultados Finales de la Resistencia a la Tracción según la investigación

Identificación	Resistencia Promedio (7 días)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	21.30	0
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	22.51	5.68
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	21.94	3.00
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	17.10	-19.72
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	14.00	-34.27

Identificación	Resistencia Promedio (14 días)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	25.70	0
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	26.98	4.98
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	26.85	4.47
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	22.20	-13.62
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	19.00	-26.07

Identificación	Resistencia Promedio (28 días)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	32.30	0
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	38.55	19.35
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	38.10	17.96
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	28.20	-12.69
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	26.80	-17.03

Fuente: Elaboración Propia

Los datos presentados sugieren una relación entre la adición de fibra sisal y material de mascarilla quirúrgica (FS - MQ) en el contexto de pavimentos rígidos. Inicialmente, a los 7 días, la adición de 1.00% FS - MQ mejora la resistencia en un 5.68%. Sin embargo, cuanto mayor sea el porcentaje de FS - MQ, se observa una disminución significativa, siendo más notable a los 28 días con un decremento del 17.03% para 3.00% FS - MQ. Estas fluctuaciones en la resistencia a la tracción afectarían directamente la capacidad del pavimento rígido para resistir tensiones y podrían influir en la formación de fisuras y en la longevidad del pavimento. Siguiendo el procedimiento del ASTM C39 para ensayos de resistencia, es clave equilibrar las proporciones de los componentes para mantener la integridad estructural del pavimento a lo largo del tiempo.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Tabla 55. Resultados Finales de la Resistencia a la Flexión según la investigación

Identificación	Resistencia Promedio (7 días)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	40.00	0
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	42.00	5.00
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	40.93	2.33
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	35.30	-11.75
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	32.20	-19.50

Identificación	Resistencia Promedio (14 días)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	45.90	0
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	46.77	1.90
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	46.24	0.74
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	41.30	-10.02
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	38.10	-16.99


Identificación	Resistencia Promedio (28 días)	% Porcentaje aumentado/ disminuye
C° Patrón + 0.00 % (FS - MQ)	59.00	0
C° Patrón + 1.00 % (FS - MQ)	62.77	6.39
C° Patrón + 1.5 % (FS - MQ)	61.44	4.14
C° Patrón + 2.25 % (FS - MQ)	54.20	-8.14
C° Patrón + 3.00 % (FS - MQ)	51.30	-13.05

Fuente: Desarrollado por el Tesista

Los resultados muestran cómo la adición de fibra sisal y material de mascarilla quirúrgica (FS - MQ) afecta al ensayo, una propiedad crucial para pavimentos rígidos que deben soportar cargas de tráfico y estrés térmico. A los 7 días, hay un leve aumento de resistencia con 1.00% FS - MQ, pero a los 28 días, las adiciones más altas de FS - MQ resultan en descensos notables, con una disminución del 13.05% para 3.00% FS - MQ. Este patrón de disminución podría comprometer la integridad estructural y la vida útil del pavimento, destacando la importancia de seguir procedimientos estandarizados como el ASTM C78 para asegurar la durabilidad del pavimento.

OE 4: Determinar la influencia de la dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarilla en el diseño del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla - 2023.

EE		5 000.001-7 500.000	7 500.001-10 000.000	10 000.001-12 500.000	12 500.001-15 000.000	15 000.001-20 000.000	20 000.001-25 000.000	25 000.001-30 000.000
CBR %	M _R	23 cm	24 cm	26 cm	27 cm	27 cm	29 cm	30 cm
CBR < 6%	≤ 185 PCI (52 MPa/m)	15 cm (*)	15 cm (*)	15 cm (*)	15 cm (*)	15 cm (*)	15 cm (*)	15 cm (*)
≥ 6% CBR < 10%	> 185 PCI (52 MPa/m) ≤ 223 PCI (63 MPa/m)	23 cm 15 cm	24 cm 15 cm	26 cm 15 cm	27 cm 15 cm	27 cm 15 cm	29 cm 15 cm	30 cm 15 cm
≥ 10% CBR < 20%	> 223 PCI (63 MPa/m) ≤ 279 PCI (79 MPa/m)	23 cm 15 cm	24 cm 15 cm	26 cm 15 cm	26 cm 15 cm	27 cm 15 cm	29 cm 15 cm	30 cm 15 cm
≥ 20% CBR < 30%	> 279 PCI (79 MPa/m) ≤ 373 PCI (105 MPa/m)	23 cm 15 cm	24 cm 15 cm	25 cm 15 cm	26 cm 15 cm	26 cm 15 cm	29 cm 15 cm	29 cm 15 cm



Losas de Concreto
Subbase Granular

Figura 86. Estructura de pavimento recomendada para la tipología empleada

Fuente: (MTC, 2014, pág. 243)

Con base en la información proporcionada por el (MTC, 2014, pág. 243), se establece que, para un período de diseño de 20 años y un pavimento rígido con pasadores $j=2.8$ - parámetros que fueron asumidos para nuestro diseño - se recomienda un espesor de losa de concreto de 27 cm. Sin embargo, al incorporar fibras de sisal y residuos de mascarilla en nuestro estudio en una proporción de 1% (0.25% Fibra Sisal y 0.75% de Mascarilla Quirúrgica) y obteniendo una $F'c= 310$ kg/cm², se evidencia que, supera los valores que superen de 300 kg/cm² estipulada por el manual, además, cumple con el módulo de rotura que llegó a 62.77 kg/cm² logramos reducir el espesor a 23 cm. Esta disminución en el espesor, de 4 cm, puede resultar significativamente ventajosa en términos de costos y recursos para proyectos de gran magnitud, ofreciendo una alternativa más eficiente sin comprometer la calidad y durabilidad del pavimento.

VI. CONCLUSIONES

1. En cuanto al comportamiento físico del concreto se tiene lo siguiente:

Asentamiento del concreto: La muestra patrón registró un asentamiento de 11.5 cm. Al adicionar fibras de Sisal y Mascarilla Quirúrgicas en concentraciones de 1.00%, 1.50%, 2.25%, y 3.00%, se obtuvieron asentamientos de 11 cm, 10.5 cm, 9.5 cm y 9 cm respectivamente. Solo las concentraciones de 1.00% y 1.50% cumplen con el rango de asentamiento recomendado de 4" a 6" según el Comité ACI 211.1.

Peso unitario y rendimiento: La muestra patrón mostró un peso de 2373 kg/m³. Con la incorporación de fibras de Sisal y Mascarilla Quirúrgicas en las dosificaciones antes mencionadas, se observaron pesos de 2363 kg/m³, 2356 kg/m³, 2325 kg/m³ y 2291 kg/m³. El peso teórico estándar es de 2400 kg/m³. Estas mediciones indican que todas las mezclas cumplen con las especificaciones de diseño y mayor porcentaje reduce ligeramente la densidad de la mezcla.

Contenido de aire: El concreto patrón tenía un 2.5%. Al añadir fibras en las dosificaciones de 1.00% (1.8%), 1.25% (1.7%), 2.25% (1.6%), y 3.00%, (1.6%) respectivamente, evidenciando que todas las mezclas no cumplen con las especificaciones de diseño en cuanto al contenido de aire.

2. De las propiedades mecánicas del concreto se tiene:

En lo que se refiere a los resultados obtenidos para la resistencia a la compresión del concreto patrón, estos se establecieron en 280 kg/cm². Al incorporar fibras de Sisal y Mascarilla Quirúrgicas en proporciones del 1.00%, 1.25%, 2.25% y 3.00%, fueron de 310 kg/cm², 295 kg/cm², 264 kg/cm² y 253 kg/cm² respectivamente. Esto implica un aumento en las dos primeras adiciones en 10.71% y 5.36% respectivamente y una disminución en la resistencia en las restantes del 5.71% y 9.64% para cada dosificación consecutivamente. Se observa que la fibra impacta de manera ligeramente positiva, se observó un incremento en la resistencia con el aumento en las dosificaciones, alcanzando un óptimo rendimiento en la dosificación de 1.00%, donde la resistencia llegó a 310 kg/cm², lo cual equivale a un aumento

mínimo del 10.71%. Sin embargo, se notó una disminución significativa en la resistencia cuando la dosificación aumentó al 3.00%..

En lo que concierne a la resistencia a la tracción, el concreto patrón presentó un valor de 32.30 kg/cm². Al añadir fibras de Sisal y Mascarilla Quirúrgicas en las dosificaciones previamente mencionadas, se obtuvieron resistencias de 38.55 kg/cm², 38.10 kg/cm², 28.20 kg/cm² y 26.80 kg/cm² respectivamente. En este caso, la fibra también tiene un efecto positivo, siendo la dosificación del 1.00% la que presenta el mayor porcentaje de resistencia con un 19.35%, mientras que la dosificación del 3.00% es la que muestra la mayor reducción. En cuanto a la resistencia a la flexión, el concreto patrón registró un valor de 59 kg/cm². Con la adición de fibras de Sisal y Mascarilla Quirúrgicas en las cuatro dosificaciones mencionadas, se observaron resistencias de 62.77 kg/cm², 61.44 kg/cm², 54.2 kg/cm² y 51.3 kg/cm² respectivamente. Al igual que en los casos anteriores, la fibra afecta positivamente la resistencia, pero su mejor rendimiento se observa en la dosificación del 1.00%, con el valor de 62.77 kg/cm², muy cercana a la del concreto patrón. Es importante destacar que, a pesar de esta disminución, cumple con los parámetros establecidos para el diseño de pavimentos rígidos.

3. De la influencia de la dosificación de la fibra en las propiedades del concreto se tiene:

Se ha llegado que al adicionar fibras de Sisal y Mascarilla Quirúrgicas en el concreto ejerce una influencia ligeramente positiva sobre sus propiedades. Se ha observado que el concreto alcanza su óptimo desempeño, superando a los valores de la mezcla patrón, cuando la dosificación de estas fibras es del 1.00%, registrándose un valor de 310 kg/cm² y experimentando un aumento del 10.71% en la resistencia a la compresión. En términos de resistencia a la tracción, se ha identificado un patrón similar, alcanzando el concreto su mejor rendimiento también en la dosificación del 1.00%, con una resistencia de 38.55 kg/cm² con un aumento perceptible del 19.35%. De la misma manera, la resistencia a la flexión presenta su valor más destacado en la dosificación del 1.00%, alcanzando los 62.77 kg/cm², lo que implica un aumento del 6.39% en comparación con el concreto patrón. Se

deduce, por tanto, que los resultados más favorables se obtienen con una dosificación del 1.00%, correspondiente a una composición de 0.25% de Fibra de Sisal y 0.75% de Mascarilla Quirúrgica. Cabe señalar que, al incrementar la dosificación hasta el 3%, se registran valores inferiores en términos de resistencia, confirmando así la tendencia observada.

4. De la influencia de la dosificación de la fibra en las propiedades del concreto se tiene:

Conforme a los lineamientos estipulados por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones en el año 2014 (página 243), se especifica que para un pavimento rígido equipado con pasadores y considerando un periodo de diseño de 20 años, condiciones que hemos adoptado para nuestro diseño, se sugiere un grosor para la losa de concreto de 27 cm. No obstante, en nuestro estudio, hemos integrado fibras de sisal y residuos de mascarilla quirúrgica en una proporción del 1% (desglosado en 0.25% de fibra de sisal y 0.75% de mascarilla quirúrgica), lo que ha resultado un $f'c$ 310 kg/cm² (F'c). Lo cual cumple con la resistencia mínima de 300 kg/cm² recomendada por el manual, es relevante destacar que el material ha cumplido con el módulo de rotura, alcanzando los 58.1 kg/cm². Este cumplimiento nos ha permitido proponer una disminución en el espesor de la losa a 23 cm, lo cual implica una disminución de 4 cm. Esta reducción, aunque pueda parecer menor, tiene el potencial de traducirse en ventajas significativas en cuanto a ahorro de costos y optimización de recursos, especialmente en proyectos de gran envergadura. De este modo, se presenta una opción más eficiente desde el punto de vista económico, sin que ello implique sacrificar la calidad o la durabilidad del pavimento que se pretende construir

VII. RECOMENDACIONES

Dosificación óptima de fibras: Dado que las dosificaciones de 1.00% mostraron resistencias más cercanas a la mezcla patrón en compresión, tracción y flexión, se recomienda mantener esta proporción (0.25% de Fibra Sisal y 0.75% de Mascarilla Quirúrgica) para lograr un equilibrio entre resistencia y las características deseadas del concreto.

Monitorización del asentamiento: Es esencial controlar el asentamiento, especialmente si se planea incrementar la dosificación. Un asentamiento reducido podría dificultar los procesos de colocación y compactación del concreto.

Evaluación de contenido de aire: Sería beneficioso realizar más pruebas para determinar el contenido exacto de aire con diferentes dosificaciones de fibras, ya que un contenido de aire adecuado es crucial para la durabilidad y trabajabilidad del concreto.

Análisis adicional en condiciones reales: Realizar pruebas adicionales en condiciones de campo reales para evaluar el comportamiento del concreto con fibras en escenarios prácticos y no solo en condiciones de laboratorio.

Investigación sobre la distribución de fibras: Sería útil estudiar la distribución y orientación de las fibras en la mezcla, ya que esto podría influir en las propiedades del concreto.

Revisión del contenido de fibras: En caso de detectar problemas de trabajabilidad o segregación en el concreto, se debe reconsiderar la cantidad y tipo de fibras utilizadas.

Investigación adicional sobre fibras: Si bien las fibras de Sisal y Mascarilla Quirúrgicas mostraron impactos ligeramente negativos en ciertas propiedades, sería útil investigar otras fibras o combinaciones para mejorar las características deseadas del concreto.

REFERENCIAS

- AAL, Ahmed Abd El, y otros. 2023.** *Smart waste management perspective of COVID-19 healthy personal protective materials in concrete for decorative landscape pavements and artificial rocks.* Saudi Arabia : Scientific Reports, 2023.
- ABANTO, Flavio Castillo. 2009,.** Concreto, definicion. [aut. libro] Flavio Castillo Abanto. *Tecnología del concreto.* Lima : San Marcos, 2009,, págs. 11-13.
- Abirami, R. y Sangeetha, S. P. 2022.** *Effect of Surface Modification on the Characteristics of Sisal Fiber Reinforced Concrete Treated with Na₂CO₃.* s.l. : Nature Environment & Pollution Technology, 2022.
- ACI 544.1R-96. 2002,.** *El concreto fibroreforzado es concreto hecho con cemento hidráulico, agregado, agua y fibras discretas.* Estados Unidos : American Concrete Institute, 2002,.
- ACOSTA, Calderon Samantha, y otros. 2022,.** *Comparative Evaluation of Sisal and Polypropylene Fiber Reinforced Concrete Properties.* Ecuador : Fibers, 2022,.
- Arias, Fidias G. 2012.** *El proyecto de investigación introduccion a la.* Caracas : El Pasillo, 2012.
- ARROYO, Buezo Carmen. 2003,.** *Fibras minerales artificiales y otras fibras diferentes del amianto (I): toxicología y clasificación.* España : Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 2003,., págs. 1-6.
- Avudaiappan, Siva, Patricio Cendoya, Krishna Prakash Arunachalam, Nelson Maureira-Carsalade, Cristian Canales, Mugahed Amran, and Pablo F. Parra. 2023.** *Innovative Use of Single-Use Face Mask Fibers for the Production of a Sustainable Cement Mortar.* s.l. : Journal of Composites Science, 2023. pág. 214.
- BANTHIA, N. y Sappakittipakorn, M. 2007.** *Toughness enhancement in steel fiber reinforced concrete through fiber hybridization.* s.l. : Cement and Concrete Research, 2007.
- BANTHIA, Nemkumar y Gupta, Rishi. 2006.** *Influence of polypropylene fiber geometry on plastic shrinkage cracking in concrete.* s.l. : Cement and Concrete Research, 2006.
- BEHAR, R. 2008,.** *La investigación aplicada. En: Metodología de la Investigación.* México : McGraw Hill, 2008,.

- Benjamin, Jimenez Carranza Kevin y Gabriel, Vásquez Cubas Jhan. 2023.** *Evaluación De Las Propiedades Mecánicas Del Concreto Añadiendo Fibras Sisal y Vidrio Triturado.* Pimentel : Universidad Señor de Sipán, 2023.
- BHARATHI, S Vidya, Vinodhkumar, S y Saravanan, M.M. 2021.** *Strength characteristics of banana and sisal fiber reinforced composites.* s.l. : IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2021.
- Bledzki, A. K. y Gassan, J. 1999.** *Composites reinforced with cellulose based fibres.* s.l. : Progress in Polymer Science, 1999.
- CALO, D, SOUZA, E. y MARCOLINI, E. 2015,.** *Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón.* Argentina : Cemento Portland Argentino (ICPA), 2015,.
- CAMACHO, Pampamallco Andre Junior y Espinoza Ingaruca, Mauro Felix. 2022.** *Aplicación de la fibra de plástico reciclado para el mejoramiento óptimo de pavimento rígido, caso Av. Manuel E. Cordero y Av. Mariscal Castilla-Huancané-Puno.* Lima : Universidad Ricardo Palma, 2022.
- CAMACHO, Rafaela Bejarano, y otros. 2021.** *COVID-19: Recomendaciones y síntesis de evidencia ante una crisis sanitaria global.* s.l. : Enfermería Clínica, 2021.
- CECAPED PERÚ CAD. 2021,.** *Tipos de Cemento Portland.* Lima : Cecaped Instituto, 2021, . Infografía.
- CHINCHAY, Vasquez Pierina Jazmin y Guadalupe Condezo, Angel Jair. 2022.** *Análisis Comparativo entre la Fibra de Yute y Fibra de Sisal para mejorar las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto.* Lima : Universidad César Vallejo, 2022.
- COMITÉ ACI 211. 1987,.** *Diseño de Mezclas del Concreto.* Estados Unidos : American Concrete Insitute, 1987,.
- Creswell, J. W. 2014,.** *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches.* s.l. : SAGE Publications, 2014,.
- Dávila Marin, Ricardina y Vigo Gálvez, José Carlos Alberto. 2021.** *Utilización de fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales para evaluar las propiedades mecánicas del concreto 210 kg/cm² , Trujillo 2021.* Trujillo : Universidad César Vallejo, 2021. Tesis de Pregrado.
- Dhanabalan, L.S.K.V. y Joshi, M. 2014,.** *Furcraea - A unique fibre.* s.l. : Textile Trends, 2014,.

- ESPINOZA, Daniela Gonzalez. 2021.** *Pavimentos rígidos. Construcción, durabilidad y sostenibilidad.* Lima : Universidad de Lima, 2021.
- Filho, Romildo D. Toledo, y otros. 2005.** *Free, restrained and drying shrinkage of cement mortar composites reinforced with vegetable fibres.* s.l. : Cement and Concrete Composites, 2005.
- FU, Qiang, y otros. 2022.** *Flexural Behavior and Prediction Model of Basalt Fiber/Polypropylene Fiber-Reinforced Concrete.* s.l. : International Journal of Concrete Structures and Materials, 2022. ISSN 2234-1315 (Online).
- GNANASUNDAR, V. M. 2022.** *Mechanical Properties of Fiber Reinforced Concrete by using Sisal Fiber with M-Sand as Fine Aggregate.* s.l. : Materials Science, 2022.
- Guerra Romani, Joel Bruno. 2022.** *Utilización de Fibras de Polipropileno en Pavimentos Rígidos de Vías Urbanas.* HUANCAYO : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES, 2022.
- Guillermo, Loria Luis. 2019,.** *Pavimento Rígido.* Lima : Facebook, 2019,., Infografía.
- HUANG, Y. 2004,.** *Pavement analysis and design.* s.l. : Pearson/Prentice Hall, 2004,.
- HUSSAIN, Iqrar, y otros. 2020.** *Comparison of mechanical properties of concrete and design thickness of pavement with different types of fiber-reinforcements (steel, glass, and polypropylene).* s.l. : Case Studies in Construction Materials, 2020. ISSN 2214-5095.
- Idrees M, Akbar A, Mohamed AM, Fathi D, Saeed F. 2022.** *Recycling of Waste Facial Masks as a Construction Material, a Step towards Sustainability.* s.l. : Materials, 2022. pág. 1810.
- IDREES, Maria, y otros. 2022.** *Recycling of Waste Facial Masks as a Construction Material, a Step towards Sustainability.* China : Materials, 2022.
- IMCYC. 2008,.** *Determinación de la resistencia a la flexión del concreto.* México : instituto mexicano del cemento y del concreto, 2008,.
- . 2008.** *Determinación de la resistencia a la flexión del concreto.* México : instituto mexicano del cemento y del concreto, 2008.
- JAMSHAD, Hafsa, y otros. 2022,.** *Natural Cellulosic Fiber Reinforced Concrete: Influence of Fiber Type and Loading Percentage on Mechanical and Water Absorption Performance.* Arabia Saudita : Materials, 2022,.

- JOHN, M. J. y Thomas, S. 2008.** *Biofibres and biocomposites*. s.l. : Carbohydrate Polymers, 2008.
- KHAN, Md Aatif Irshad. 2021.** *Strength Evaluation of Cement Concrete Pavement by Using Polypropylene and Polyester Fiber as Reinforced Material*. s.l. : Materials Science, Engineering, 2021.
- Linares, Andrés Saúl Calderon y Cerón, Maria Jeimy Burbano. 2016.** *Efectos en la resistencia del hormigon simple elaborados con agua residual tratada proveniente de la ptar cañaveralejo*. s.l. : Ingeniería y Región , 2016.
- LITMAN, T. 2014,.** *Comprehensive Evaluation of Traffic Congestion Costs and Congestion Reduction Benefits*. Texas : Victoria Transport Policy Institute, 2014,.
- LUNA, Alejandro Meza-de, Gurbir, Kaur y Preciado-Martínez, Héctor Javier. 2021,.** *Desempeño a Flexión del Concreto Reforzado con Fibras Plásticas Recicladas*. México : Conciencia Tecnológica, 2021,.
- Machaca Caso, Yefer Paul. 2022.** *Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto $f'c=210kg/cm^2$ adicionando fibras de acero de neumáticos reciclados Juliaca - 2022*. Lima : Universidad César Vallejo, 2022. Tesis de Pregrado.
- MINAM. 2020, .** *En el Perú solo se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables*. Lima. Lima : s.n., 2020, .
- Mohanty, A. K., Misra, M. y Drzal, L. T. 2005.** *Natural fibers, biopolymers, and biocomposites*. s.l. : Journal of Natural Fibers, 2005.
- MTC. 2021,.** *existe la necesidad constante de mejorar la calidad de las carreteras para garantizar una movilidad segura y eficiente*. Lima : Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2021,.
- **2011,.** *Formato de conteo de vehiculos*. Lima : El Peruano, 2011,.
- **2014,.** *Manual de Carreteras (Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos)*. Lima : Lima, 2014,.
- **2018,.** *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018*. Lima : s.n., 2018,.
- Mwaikambo, Leonard Y. y Ansell, Martin P. 2002.** *Chemical modification of hemp, sisal, jute, and kapok fibers by alkalization*. s.l. : Journal of Applied Polymer Science, 2002. págs. 2222-2234. Vol. 84(12).
- NARAGANTI, Srinivasa Rao. 2021.** *Durability Study of Hybrid Fiber Reinforced Concrete*. s.l. : International Journal of Engineering and Technology Innovation, 2021.

NI, Daiheng. 2009., *Traffic Flow Theory: Characteristics, Experimental Methods, and Numerical Techniques*. s.l. : Transportation Research Record, 2009,.

NTP 339.046. 2008. *Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)* . Lima : INDECOPI, 2008.

NTP. 2006., *Limites Permisible para el agua de mezcla y curado*. Lima : El Peruano, 2006,., Informe Tecnico.

PASINO, Gianfranco Ottazzi. 2015., *Apuntes del curso: Concreto Armado I*. Lima : PUCP, 2015,., Tesis de Pregrado.

Pedro, López Roldán y Fachelli, Sandra. 2015. *METODOLOGÍA DE LA*. Barcelona : Universidad Autònoma de Barcelona, 2015.

Piñarreta Gutierrez, Ismael Humberto y Aleman Ynfante, Micaela. 2022. *Fibra de polipropileno para reducir el agrietamiento por contracción plástica del hormigón*. Lima : Universidad Ricardo Palma, 2022.

PRAKASH, R., Thenmozhi, R. y Raman, Sudharshan N. 2019. *Fibre reinforced concrete containing waste coconut shell aggregate, fly ash and polypropylene fibre*. Arabia Saudita : Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, 2019.

Resnik, D. B. 2015., *What is ethics in research & why is it important?* United States : National Institute of Environmental Health Sciences, 2015,.

RIVVA, LOPEZ ENRIQUE. 1992. *Diseño de Mezcla*. Lima : Universidad Nacional de Ingenieria, 1992.

ROESS, R., Prassas, E. y McShane, W. 2011., *Traffic Engineering*. Texas : Pearson, 2011,.

Ruben, Huaman Ticlla Oscar. 2023. *Caracterización mecánica del concreto adicionando fibras de sisal*. Pimentel : Universidad Señor de Sipán, 2023.

Saberian, Mohammad, y otros. 2021. *Repurposing of COVID-19 single-use face masks for pavements base/subbase*. s.l. : Science of The Total Environment, 2021.

SAMPIERI, Hernandez R y Mendoza, C. 2018., *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico DF : Mc Graw Hill Education, 2018,.

Sampieri, Hernández, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. 2010., *Metodología de la investigación*. México : McGraw-Hill, 2010,.

SENDRA, AIDA MARTÍN. 2020. *ESTUDIO COMPARATIVO DE FIBRAS NATURALES PARA REFORZAR HORMIGÓN.* Valencia : Universidad Politecnica de Valencia, 2020,.

—. **2020.** *ESTUDIO COMPARATIVO DE FIBRAS NATURALES PARA REFORZAR HORMIGÓN .* Valencia : Universidad Politecnica de Valencia, 2020.

SIKA. 2011. *Concreto reforzado con fibras.* Lima. 2011,. Sika Informaciones Técnicas. 0122-0594.

TOLEDO, FILHO y R. D., Ghavami, K., Sanjuán, M. A., & England, G. L. 2003. *Durability of compression moulded sisal fibre reinforced mortar laminates.* Brasil : Cement and Concrete Composites, 2003.

Tuckman, B. W. 1999. *Conducting Educational Research.* s.l. : Harcourt Brace, 1999.

UNACEM. 2023. *Ficha técnica Cemento Sol.* Lima : Cemento Sol, 2023,. Hoja de Datos.

VARGAS, Ortiz Guadalupe Brigitte y Yataco Barreda, Alvaro Gustavo. 2020. *Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos.* Limas : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA, 2020.

Wang, Li, y otros. 2023. *Experimental Investigation on Physical Properties of Concrete Containing Polypropylene Fiber and Water-Borne Epoxy for Pavement.* s.l. : Coatings, 2023.

ANEXOS

- Anexo 1: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:	INDEPENDIENTE:	Fibra de sisal y Fibra reciclada de polipropileno	Dosificación	(1%) [0.25% f. sisal - 0.75% mascarilla]	Ficha de recolección de datos obtenida de la balanza digital de medición	
¿Cómo influye la adición de fibra de sisal y mascarillas en las propiedades físico - mecánicas y en el diseño de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023	Evaluar cómo influye la adición de fibras de sisal y mascarillas en las propiedades físico - mecánicas y diseño en un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023	La adición de fibras de sisal y mascarillas influye positivamente en las propiedades físico - mecánicas y diseño de un pavimentos rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023				(1.5%) [0.5% f. sisal - 1% mascarilla]		
						(2.25%) [0.75% f. sisal - 1.5% mascarilla]		
						(3%) [1% f. sisal - 2% mascarilla]		
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicos:	DEPENDIENTE	Pavimento Rígido	Propiedades Físicas	Longitud de 30 mm Diámetro (μ) 18 -21 micro Densidad (1 -1.5) gr/cm3 Absorción de agua (8% y 12%) Módulo de rotura (2% y 120%)	Ficha de recolección de datos	
¿Cómo influye la adición de fibra de sisal y mascarillas en las propiedades físicas de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023?	Determinar cómo influye la adición de fibras sisal y mascarillas en las propiedades físicas de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023	La adición de fibras sisal y mascarillas influye en las propiedades físicas del pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023				Propiedades Físicas	Consistencia, Trabajabilidad y Asentamiento (cm)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Cono de Abrams según Norma ASTM C143
					Masa Unitaria (kg/cm3)		Ficha de recolección de datos del ensayo de Peso unitario según Norma ASTM C138M	
					Contenido de aire (%)		Ficha de recolección de datos del ensayo de Contenido de aire según Norma ASTM C231	
					Exudación (%)		Ficha de recolección de datos del ensayo de Exudación según Norma ASTM C232	
					Segregación		Ficha de recolección de datos del ensayo de Segregación según Norma ASTM C1610	
					Permeabilidad (lt/m2/min)		Ficha de recolección de datos del ensayo de Permeabilidad según Norma ASTM C1701	
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicos:			Propiedades Mecánicas		Resistencia a la Compresión (kg/cm2)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Compresión según Norma ASTM C39
¿La dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarilla influye en las propiedades físicas y mecánicas del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla - 2023.	Determinar la influencia de la dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarilla influye en las propiedades físicas y mecánicas del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla - 2023.	La dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarillas influye en las propiedades físicas y mecánicas del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla - 2023.					Resistencia a la Flexión (kg/cm2)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Flexión según Norma ASTM C78
						Resistencia a la Tracción (kg/cm2)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Tracción según Norma ASTM C496	
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicos:	Diseño	IMDA	AASHTO 93			
¿Cómo influye la adición de fibra Sisal y mascarilla en el diseño de un pavimento rígido en la Avenida La Playa, Ventanilla - 2023?	Determinar la influencia de la dosificación de la adición de fibras de sisal y mascarilla en el diseño del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla - 2023.	La adición de fibras de sisal y mascarillas en el diseño del pavimento rígido en la Av. La Playa, Ventanilla - 2023.		CBR (%)	ASTM D-1883, MTC E 132			
				Efecto del Tráfico	Manual de Carreteras (MTC). Capítulo 14			
				Serviciabilidad (Δ PSI=3)				
				Módulo de Ruptura del Concreto (Mr)				
			Monograma de AASHTO (D=25 cm)					

Fuente: Elaboración Propia

• Anexo 2: Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Variable Independiente: Fibra de Sisal y Polipropileno	Las fibras de sisal y polipropileno son materiales de refuerzo que se utilizan en la construcción para aumentar la resistencia y durabilidad del concreto. La fibra de sisal es un producto natural derivado de la planta Agave sisalana, conocido por su resistencia a la tracción y su durabilidad. El polipropileno es una fibra sintética, resistente al impacto y a la flexión, que se utiliza para mejorar la resistencia a la tracción y la ductilidad del concreto (MTC, 2019).	En este estudio, las fibras de sisal y polipropileno se utilizarán en diferentes proporciones en la mezcla de concreto para el diseño del pavimento rígido. Se realizarán pruebas de resistencia y durabilidad para determinar el impacto de estas fibras en las propiedades del concreto.	Dosificación	(1%) [0.25% f. sisal - 0.75% mascarilla]	Razón	Tipo de Investigación: Aplicada. Nivel de Investigación: Explicativo Diseño de Investigación: Experimental Enfoque: Cuantitativo. Población: La longitud de la Avenida La Playa en Ventanilla, que será sujeta a la implementación del pavimento rígido con fibra de sisal y polipropileno. Muestra: Conjunto representativo de tramos de pavimentos rígidos en la Avenida La Playa Ventanilla que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión Muestreo: Los tramos de la Avenida La Playa en Ventanilla que formarán parte de la muestra Técnica: Experimentación directa. Instrumento de recolección de datos: - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio. - Software de análisis de datos. (Excel, SPSS) - Ensayos de Laboratorio
				(1.5%) [0.5% f. sisal - 1% mascarilla]		
				(2.25%) [0.75% f. sisal - 1.5% mascarilla]		
			(3%) [1% f. sisal - 2% mascarilla]			
Variable Dependiente: Diseño del Pavimento Rígido	El diseño del pavimento rígido, según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2019), se refiere a la planificación y especificación de las características físicas y estructurales del pavimento, incluyendo su composición, espesor, refuerzo y acabado, para cumplir con los requerimientos de resistencia y durabilidad.	En este estudio, el diseño del pavimento rígido se evaluará en función de su rendimiento una vez que se incorporen las fibras de sisal y polipropileno. Se realizarán pruebas de resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y flexibilidad para evaluar el rendimiento del diseño del pavimento.	Propiedades Físicas	Longitud de 30 mm	Razón	
				Diámetro (μ) 18 -21 micro		
				Densidad (1 -1.5) gr/cm3		
				Absorción de agua (8-12%)		
				Módulo de rotura (2%-120%)		
			Propiedades Mecánicas	Consistencia, Trabajabilidad y Asentamiento (cm)		
				Masa Unitaria (kg/cm3)		
				Contenido de aire (%)		
				Exudación (%)		
				Segregación		
Diseño	Permeabilidad (lt/m2/min)					
	Resistencia a la Compresión (kg/cm2)					
	Resistencia a la Flexión (kg/cm2)					
	Resistencia a la Tracción (kg/cm2)					
	IMDA					
Diseño	CBR					
	Efecto del Tráfico					
	Serviciabilidad (Δ PSI=3)					
	Módulo de Ruptura del Concreto (Mr)					
Diseño	Monograma de AASHTO (D=25 cm)					

Fuente: Elaboración Propia

- ANEXO 03: Ubicación de la zona de estudio
 Título: Ubicación Google Earth Av. La Playa - Ventanilla
 Autores: Morales Cárdenas Abraham Alejandro



- Anexo 4: Ensayos – Control de Diseño de Mezclas

Propiedades físicas de los agregados



TÍTULO : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (8000-8009-4887-3793)
TEMA : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO
(ASTM C 127 / NTP 400.021)

Materia: Piedra Chancada de 19"

MUESTRA N°		M - 1	M - 2
1			
2	Peso	2950.8	2950.8
3	Peso de la Muestra S.S.S.	3000.5	3000.4
4	Peso de la Muestra Sumergida Conastilla	1905.3	1902.5
5	VOLUMEN	1095.3	1097.0
6	Peso Especifico de la Muestra S.S.S.	2.74	2.73
7	Peso Especifico de la Muestra	2.69	2.69
8	Peso Seco después del horno	2874.3	2873.8
9	Peso Especifico de la Muestra	2.62	2.62
PROMEDIO		2.62	

MUESTRA PROVISTA POR EL SOLICITANTE



WH ASECON S.A.C.
 INGENIERIA Y CONSULTORIA EN LA CONSTRUCCION
 PASEL TUPAC CATI N° 1
 DISTRITO DE VENTANILLA, CALLAO



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIO DE TIPOLOGÍA - LABORATORIO DE SUELO

TESTA : ABRHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0803-4507-8188)
 TEMA : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIRMA DE SISAL Y RESEADO DE MASCARELLA EN LA Av. LA PLATA - VENTANILLA - 2023
 UBICACIÓN : Av. LA PLATA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
 FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO (ASTM D 29 / NTP 400.017)

Material : Arena Gruesa

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	gr	9182	9101	9098
2	Peso del Molde	gr	5950	5860	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	3212	3251	3248
4	Volumen del Molde	cc	2060	2080	2060
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	gr/cc	1.592	1.563	1.591

PROMEDIO	gr/cc	1.572
----------	-------	-------

Material : Piedra Chancada de 10"

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	gr	9040	9052	9022
2	Peso del Molde	gr	5950	5860	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	3190	3252	3172
4	Volumen del Molde	cc	2060	2080	2060
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	gr/cc	1.534	1.539	1.525

PROMEDIO	gr/cc	1.533
----------	-------	-------

MUESTRA PROVISTA POR EL SOLICITANTE



WH ASECÓN & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.
 "INGENIERIA Y CONSULTORES DE LA ORO" S.A.
 CALLE PUNTA BLANCA
 Dpto. Trujillo



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ

ESTUDIO GEOTÉCNICO - LABORATORIO DE SUELO

TESTE : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CÁRDENAS (0800-0808-4507-3193)
TÍTULO : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCABELLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2025
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2024

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO (ASTM C 29 / NTP 400.017)

Material : Arena Gruesa

MUESTRA Nº		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	cc	9392	9374	9351
2	Peso del Molde	gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	3542	3524	3501
4	Constante del Molde	cc	0.71	0.71	0.71
5	Volumen del Molde	gr/cc	2080	2080	2080
6	Peso Unitario Suelta de la Muestra	gr/cc	1.688	1.684	1.683

PROMEDIO	gr/cc	1.688
----------	-------	-------

Material : Piedra Chancada de 1/2"

MUESTRA Nº		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	cc	9386	9411	9382
2	Peso del Molde	gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	3536	3561	3532
4	Constante del Molde	cc	0.71	0.71	0.71
5	Volumen del Molde	gr/cc	2080	2080	2080
6	Peso Unitario Compactado de la Muestra	gr/cc	1.700	1.712	1.703

PROMEDIO	gr/cc	1.705
----------	-------	-------

MUESTRA PROVISTA POR EL SOLICITANTE



MI MEMBRO A CONSULTAR POR LA C

HERNAN Y SAIGUERO DE LA CRUZ
INGENIERO GEOTECNICO
C.O.P. 10.000



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ

OFICINA DE TÉCNICO - LABORATORIO DE SUELO

TESTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0008-0005-4587-3193)
TITULO : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FERRA DE SIAL Y RESIDUO DE MASCARELLA EN
LA AL. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : AL. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO P.W.O. (ASTM C 128-2007 / NTP 400.022.2002)

MATERIAL : Agregado Fino
PESO MUESTRA S.S.S. : 500,0 gr

MUESTRA N°		M - 1	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	gr	878.5
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	gr	673.3
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	gr	305.2
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balón	gr	666.4
5	Peso del Balón	gr	173.3
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	gr	492.1
7	Volumen del Balón (V = 800)	cc	800.0

RESULTADOS

PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	gr/cc	2.526
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 800/(V-W))	gr/cc	2.587
PESO ESPECÍFICO APARENTE (P.E.A. = A/(V-W) - (800-A))	gr/cc	2.633
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) $(800-A)/A \times 100$	%	1.61

MUESTRA PROPUESTA POR EL SOLICITANTE



WH ASECÓN S.A.C. CONSULTORES

TECNICO LABORATORIO DE SUELOS
ING. CARLOS ALBERTO
C.A. N° 10000



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ

INGENIERÍA GEOTÉCNICA - LABORATORIO DE SUELO

TERCISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0989-0883-4867-3193)
TÉRMINO : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023C3
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROMNCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLA
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO - ABSORCIÓN (ASTM C 127 / NTP 400.021)

Material : Flecha Chacarada de 1/2"

DATOS		A	B
1	Peso de la muestra seca	2979.0	3189.0
2	Peso de la muestra seca sumergida	1006.0	1662.0
3	Peso de la muestra seca al horno	2940.0	3152.0

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.285	2.051	2.173
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.023	2.075	2.199
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.361	2.101	2.231
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1.2	1.2	1.20



WH ASECÓN & CONSULTORES DEL PERÚ S.A.C.

INGENIERÍA GEOTÉCNICA DE LA OBRAS
INGENIERÍA CIVIL
CIP. N° 64890

Concreto Patrón 0.00%



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

DISEÑO DE MEZCLA METODO DEL COMITÉ 211- ACI

1- DATOS PARA EL CALCULO DEL DISEÑO

F _c	280
SLUMP	4 - 6 pul

ENSAYOS FISICOS	Agr. Grueso	Agr. Fino
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	1/2"	-
MODULO DE FINEZA	6.45	2.83
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1,533	1,572
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)	1,705	1,689
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (gr/cc)	2.620	2.526
% DE ABSORCION	1.20	1.61
% HUMEDAD	0.41	0.97
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO	3.11	
CEMENTO PORTLAND	TIPO (I)	

2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:

$$\begin{aligned}
 F_c &= 280 \text{ kg/cm}^2 \\
 F_{cr} &= 280 \text{ kg/cm}^2 + 84 = 364 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{TABLA 7.4.3}
 \end{aligned}$$

3- CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA X m³ (TMN VS SLUMP)

$$\text{Agua en litros} = 216 \quad \text{TABLA 10.2.1}$$

4- RELACION AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA

$$R = A/C = 0.47 \quad \text{TABLA 12.2.2}$$

WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN L. BASURTO DE LA CRUZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 66863



5- FACTOR CEMENTO (C = A/R)

C = Kg-M³

Bolsas-M³

6- AGREGADO GRUESO X M³

Peso Unitario Compactado X Fact F = (TMN vs MP)

TABLA 16.2.2

1,705.0 X 0.55 = Kg

7- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

% Aire = TMN

2.5

TABLA 11.2.1

8- VOLUMENES ABSOLUTOS

	Peso Kg.	Volumen M ³
Cemento	464	0.149
Agua	216	0.216
Aire	2.5	0.025
Ag.Gruoso	933	0.356
	Suma de Valores	0.746

9- AGREGADO FINO X M³

Peso Especifico de la Masa X 1 - (Suma de Valores Absolutos)

Volumen del Ag. Fino = 1 -
 Volumen del Ag. Fino =
 Peso del Ag. Fino = Kg

10- DISEÑO SECO X M³

	en Kg.
Cemento	464 Kg
Agua	216 Kg
Agregado Grueso	933 Kg
Agregado fino	642 Kg
Suma de valores	2,254 Kg

WH ASECON S.A.C.

HERRIAN L. BASURTO DE LA CRUZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 68893



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

11- CORRECCION POR HUMEDAD

Agregado Grueso
933 X 0.41 = 936 Kg

Agregado Fino
642 X 0.97 = 648 Kg

12- AGUA EFECTIVA

Aporte Ag. Grueso (Ab - %W)
936 1.20 0.41 = 7.4

Aporte de Ag. Fino
648 1.61 0.97 = 4.2

Aporte total de agua = 11.5

Agua Efectiva 216 11.5 = 228 Lt-M³

13- DISEÑO HUMEDO

	M ³		ft ³
Cemento	404	kg	13
Agua	228	lt	6
Agregado Grueso	936	kg	27
Agregado fino	648	kg	18
	2275		64

14- DOSIFICACION POR VOLUMEN

Cemento	1
Agregado Grueso	2.0
Agregado fino	1.4

WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN E. BASURTO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 88803



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARELLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

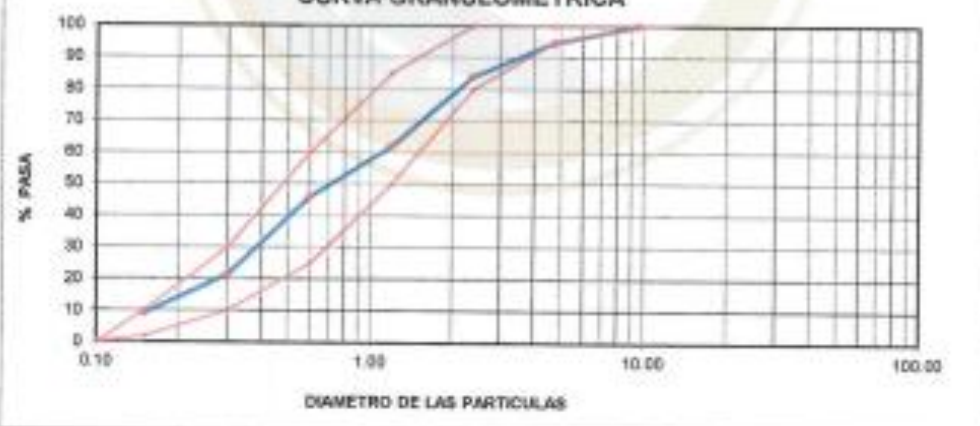
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMBIZADO (ASTM D C 136 / NTP 400.037)

Material Arena Gruesa

PESO INICIAL HUMEDO (gr) 1500.00 % W = 0.97
PESO INICIAL SECO (gr) 1485.00 MF = 2.83

MILLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
	mm	QT	PI	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50					
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.75	78.6	5.3	5.3	94.7	100 - 95
Nº8	2.38	158.9	10.7	16.0	84.0	100 - 80
Nº 16	1.19	326.4	22.0	38.0	62.0	85 - 50
Nº 30	0.60	236.4	15.9	53.9	46.1	60 - 25
Nº 50	0.30	355.3	24.6	78.5	21.5	30 - 10
Nº 100	0.15	184.4	12.4	90.5	9.1	10 - 2
FONDO		11.8	0.8	91.7	8.3	0 - 0

CURVA GRANULOMÉTRICA



MUESTRA PROVISTA POR EL SOLICITANTE

WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ S.A.C.

HERNAN L. BASTARDO DE LA CRUZ
INGENIERO C.I.
CIP. N° 84883



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (2000-0033-4507-3393)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARELLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

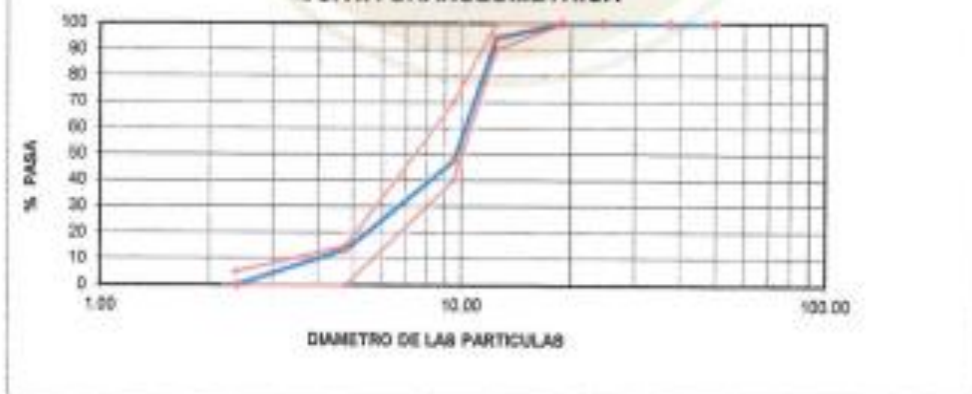
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D 136 / NTP 400.037)

Material : Piedra Chancada 1/2"

PESO INICIAL HÚMEDO (gr) 5,280.00 % W = 0.41
PESO INICIAL SECO (gr) 5,258.40 MF = 0.45

MALLA	EFECTIVA	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES NISO RTP 12" - Nº 4 (T)
		g	%	g	%	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.05	0.0	0.0	0.0	100.0	100
1/2"	12.50	296.3	5.6	5.6	94.4	90 - 100
3/8"	9.53	2,485.2	46.9	52.5	47.5	40 - 70
Nº 4	4.75	1,785.6	34.0	86.5	13.5	0 - 15
Nº 8	2.38	0.0	0.0	100.0	0.0	0 - 5
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
Nº 30	0.590	0.0	0.0	100.0	0.0	
Nº 50	0.297	0.0	0.0	100.0	0.0	
Nº 100	0.149	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO						

CURVA GRANULOMÉTRICA



MUESTRA PROVEENIDA POR EL SOLICITANTE

WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ S.A.C.

HERNÁNDEZ BARRERO RIVERA
INGENIERO CIVIL Nº 16663

Diseño 1% (0.25% Sisal + 0.75% Mascarilla)



WH ASECON S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
 TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
 UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
 FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

DISEÑO DE MEZCLA METODO DEL COMITÉ 211- ACI

1- DATOS PARA EL CALCULO DEL DISEÑO

1.1- DISEÑO 1% (0.25 % SISAL y 0.75 % MASCARILLA)

F _c	280
SLUMP	4 - 6 pul.

ENSAYOS FISICOS	Agre. Grueso	Agre. Fino	Sisal	Mascarilla
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	1/2"	-		
MODULO DE FINEZA	6.45	2.83		
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1,533	1,572	1,016	0.734
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)	1,705	1,689	1,220	0.860
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (gr/cc)	2.620	2.526	1.500	0.910
% DE ABSORCION	1.20	1.61	3.50	4.90
% HUMEDAD	0.41	0.97	1.56	1.85
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO	3.11			
CEMENTO PORTLAND	TIPO (I)			

2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:

$$F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = 280 + 84 = 364 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{TABLA 7.4.3}$$

3- CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA X m³ (TMN VS SLUMP)

$$\text{Agua en litros} = 216 \quad \text{TABLA 10.2.1}$$

4- RELACION AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA

$$R = A/C = 0.47 \quad \text{TABLA 12.2.2}$$

WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

"HERNAN E. BASURTO DE LA CRUZ"
 INGENIERO CIVIL
 C.P. N° 66890



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

5- FACTOR CEMENTO (C = A/R)

$$C = \boxed{.464} \text{ Kg-M}^3 \qquad \boxed{10.9} \text{ Bolsas-M}^3$$

6- AGREGADO GRUESO X M³

Peso Unitario Compactado X Fact F = (TMN vs MP)

TABLA 36.2.2

$$1,705.0 \quad X \quad 0.55 \quad = \quad \boxed{933} \text{ Kg}$$

7- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

% Aire = TMN

2.5

TABLA H.2.1

8- VOLUMENES ABSOLUTOS

		Peso Kg.	Volumen M ³
Cemento		464	0.149
Agua		216	0.216
Aire		2.5	0.025
Sisal	0.25 %	3.70	0.0025
Mascarilla	0.75 %	6.80	0.0075
Ag.Grueso		933	0.356
		Suma de Valores	0.756

9- AGREGADO FINO X M³

Peso Especifico de la Masa X 1 - (Suma de Valores Absolutos)

$$\begin{aligned} \text{Volumen del Ag. Fino} &= & 1 &- \boxed{0.756} \\ \text{Volumen del Ag. Fino} &= & &\boxed{0.244} \\ \text{Peso del Ag. Fino} &= & &\boxed{616} \text{ Kg} \end{aligned}$$

10- DISEÑO SECO X M³

	en Kg	
Cemento	464	Kg
Agua	216	Kg
Sisal	4	Kg
Mascarilla	7	Kg
Agregado Grueso	933	Kg
Agregado fino	616	Kg
Suma de valores	2,239	Kg

WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN L. BASURTO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 68883

11- CORRECCION POR HUMEDAD X M3

Agregado Grueso	=	936	Kg
Agregado Fino	=	622	Kg
Sisal	=	3.8	Kg
Mascarilla	=	6.9	Kg

12- AGUA EFECTIVA

Aporte Ag. Grueso (Ab - %W)				
936	1.20	0.41	=	7.4
Aporte de Ag. Fino				
622	1.61	0.97	=	4.0
Aporte Sisal				
4	3.50	1.50	=	0.1
Aporte Mascarilla				
7	4.90	1.85	=	0.2
Aporte total de agua			=	11.7
Agua Efectiva -----	216	11.7	=	228
				Lt-M ³

13- DISEÑO HUMEDO X M³

	M ³	kg	ft ³
Cemento	464		13.13
Agua	228		6
Sisal	4		0.1
Mascarilla	7		0
Agregado Grueso	936		27
Agregado fino	622		18
	2261		64

14- PROPORCIO EN PESO

Cemento	42.5	Kg
Agua	20.9	Lt
Sisal	0.34	Kg
Mascarilla	0.64	Kg
Agregado Grueso	85.51	Kg
Agregado fino	56.52	Kg

15- DOSIFICACION POR VOLUMEN

	Lt/Saco
Cemento	1
Agua	20.9
Sisal	0.01
Mascarilla	0.01
Agregado Grueso	2.0
Agregado fino	1.3

16- RELACION DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO

Relacion A/C de diseño	0.47
Relacion A/C efectiva	0.49

INGENIEROS & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.
 HERNAN L. BASURTO DE LA CRUZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 60003

Diseño 1.5% (0.50% Sisal + 1.00% Mascarilla)



WH ASECON S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (9000-0003-4507-3193)
 TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
 UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
 FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

DISEÑO DE MEZCLA METODO DEL COMITÉ 211- ACI

1- DATOS PARA EL CALCULO DEL DISEÑO

1.1- DISEÑO 1.5% (0.5 % SISAL y 1.0 % MASCARILLA)

F_c	280
SLUMP	4 - 6 pul.

ENSAYOS FISICOS	Agre. Grueso	Agre. Fino	Sisal	Mascarilla
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	1/2"	-		
MODULO DE FINEZA	4.45	2.83		
PESO UNITARIO SUELO (kg/m^3)	1,533	1,572	1,016	0,734
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m^3)	1,705	1,689	1,220	0,800
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (gr/cc)	2,620	2,526	1,500	0,910
% DE ABSORCION	1.20	1.41	3.50	4.90
% HUMEDAD	0.41	0.97	1.56	1.85
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO	3.11			
CEMENTO PORTLAND	TIPO (I)			

2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:

$$F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_{cr} = 280 \times 0.84 = 364 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{TABLA 7.4.3}$$

3- CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA X m^3 (TMN VS SLUMP)

$$\text{Agua en litros} = 216 \quad \text{TABLA 10.2.1}$$

4- RELACION AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA

$$R = A/C = 0.47 \quad \text{TABLA 12.2.2}$$

WH ASECON & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN L. BASURTO DE LA CRUZ
 INGENIERO CIVIL
 C.P. N° 60860



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

5- FACTOR CEMENTO (C = A/R)

$$C = \boxed{464} \text{ Kg-M}^3 \qquad \boxed{10.9} \text{ Bolsas-M}^3$$

6- AGREGADO GRUESO X M³

Peso Unitario Compactado X Fact F = (TMN vs MP)

TABLA 16.2.2

$$1,385.0 \quad X \quad 0.55 \quad = \quad \boxed{933} \text{ Kg}$$

7- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

% Aire = TMN

2.5

TABLA 11.2.1

8- VOLUMENES ABSOLUTOS

	Peso Kg.	Volumen M ³
Cemento	464	0.149
Agua	216	0.236
Aire	2.5	0.025
Sisal 0.5 %	7.45	0.005
Mascarilla 1.0 %	9.10	0.010
Ag.Grueso	933	0.356
Suma de Valores		0.761

9- AGREGADO FINO X M³

Peso Especifico de la Masa X 1 - (Suma de Valores Absolutos)

$$\begin{aligned} \text{Volumen del Ag. Fino} &= & 1 &= \boxed{0.761} \\ \text{Volumen del Ag. Fino} &= & &= \boxed{0.239} \\ \text{Peso del Ag. Fino} &= & &= \boxed{604} \text{ Kg} \end{aligned}$$

10- DISEÑO SECO X M³

	en Kg.
Cemento	464 Kg
Agua	216 Kg
Sisal	7 Kg
Mascarilla	9 Kg
Agregado Grueso	933 Kg
Agregado fino	604 Kg
Suma de valores	2,232 Kg

WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERRNANDEZ BARRASPO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
Ces. N° 10880



11- CORRECCION POR HUMEDAD X M3

Agregado Grueso	=	936	Kg
Agregado Fino	=	610	Kg
Sisal	=	8	Kg
Mascarilla	=	9	Kg

12- AGUA EFECTIVA

Aporte Ag. Grueso (Ab - 50%)				
936	1.20	0.41	=	7.4
Aporte de Ag. Fino				
610	1.61	0.97	=	3.9
Aporte Sisal				
8	3.50	1.56	=	0.1
Aporte Mascarilla				
9	4.90	1.85	=	0.3
Aporte total de agua			=	11.7
Agua Efectiva	216	11.7	=	228

13- DISEÑO HUMEDO X M³

	M ³	kg	ft ³
Cemento	464		13
Agua	228		6
Sisal	8		0.2
Mascarilla	9		0
Agregado Grueso	936		27
Agregado fino	610		17
	2254		64

14- PROPORCIO EN PESO

Cemento	42.5	Kg
Agua	20.9	Lt
Sisal	0.68	Kg
Mascarilla	0.85	Kg
Agregado Grueso	85.51	Kg
Agregado fino	55.36	Kg

15- DOSIFICACION POR VOLUMEN

	Lt/Saco
Cemento	1
Agua	20.9
Sisal	0.02
Mascarilla	0.02
Agregado Grueso	2.0
Agregado fino	1.3

16- RELACION DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO

Relacion A/C de diseño	0.47
Relacion A/C efectiva	0.49

WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN L. BARRONTO PITA & CIA
 S.A.S.

Diseño 2.25% (0.75% Sisal + 1.5% Mascarilla)



WH ASECÓN S.A.C.
ASESORES & CONSULTORES DEL PERU
 ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
 TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
 UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
 FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

DISEÑO DE MEZCLA METODO DEL COMITÉ 211- ACI

1- DATOS PARA EL CALCULO DEL DISEÑO

F _c	280
SLUMP	4 - 6 pul.

1.1- DISEÑO 2.25% (0.75 % SISAL y 1.50 % MASCARILLA)

ENSAYOS FISICOS	Agre. Grueso	Agre. Fino	Sisal	Mascarilla
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	1/2"	-		
MODULO DE FINEZA	6.45	2.83		
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1,535	1,572	1.016	0.734
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)	1,705	1,687	1.220	0.860
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (gc/cc)	2.620	2.526	1.500	0.910
% DE ABSORCION	1.20	1.61	3.50	4.90
% HUMEDAD	0.41	0.97	1.56	1.85
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO	3.11			
CEMENTO PORTLAND	TIPO (1)			

2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:

$$F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = 280 + 84 = 364 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{TABLA 7.4.3}$$

3- CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA X m³ (TMN VS SLUMP)

$$\text{Agua en litros} = 216 \quad \text{TABLA 10.2.1}$$

4- RELACION AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA

$$R = A/C = 0.47 \quad \text{TABLA 12.2.2}$$

WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN I. GABARDO DE LA CRUZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 68860



WH ASECON S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

5- FACTOR CEMENTO (C = A/R)

$$C = \boxed{464} \text{ Kg-M}^3$$

$$\boxed{10.9} \text{ Bolsas-M}^3$$

6- AGREGADO GRUESO X M³

Peso Unitario Compactado X Fact F = (TMN vs MP)

TABLA B.2.2

$$1,795.6 \times 0.55 = \boxed{933} \text{ Kg}$$

7- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

$$\% \text{ Aire} = \text{TMN}$$

2.5

TABLA B.2.1

8- VOLUMENES ABSOLUTOS

		Peso Kg.	Volumen M ³
Cemento		464	0.149
Agua		216	0.216
Aire		2.5	0.025
Sisal	0.75 %	11.30	0.0075
Mascarilla	1.50 %	13.65	0.0150
Ag. Grueso		933	0.350
		Suma de Valores	0.769

9- AGREGADO FINO X M³

Peso Especifico de la Masa X 1 - (Suma de Valores Absolutos)

$$\begin{aligned} \text{Volumen del Ag. Fino} &= 1 - \boxed{0.769} \\ \text{Volumen del Ag. Fino} &= \boxed{0.231} \\ \text{Peso del Ag. Fino} &= \boxed{585} \text{ Kg} \end{aligned}$$

10- DISEÑO SECO X M³

	en Kg.
Cemento	464 Kg
Agua	216 Kg
Sisal	11 Kg
Mascarilla	14 Kg
Agregado Grueso	933 Kg
Agregado fino	585 Kg
Suma de valores	2,222 Kg

WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN L. BARRONTO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 48883



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

11- CORRECCION POR HUMEDAD X M3

Agregado Grueso	=	936	Kg
Agregado Fino	=	590	Kg
Sisal	=	11.5	Kg
Mascarilla	=	13.9	Kg

12- AGUA EFECTIVA

Aporte Ag. Grueso (Ab - %W)				
936	1.20	0.41	=	7.4
Aporte de Ag. Fino				
590	1.61	0.97	=	3.8
Aporte Sisal				
11	3.50	1.56	=	0.2
Aporte Mascarilla				
14	4.90	1.85	=	0.4
Aporte total de agua			=	11.8
Agua Efectiva	216	11.8	=	228 Lt-M ³

13- DISEÑO HUMEDO X M³

	M ³	kg	ft ³
Cemento	464	kg	13
Agua	228	kg	6
Sisal	11	kg	0.3
Mascarilla	14	kg	0
Agregado Grueso	936	kg	27
Agregado fino	590	kg	17
	2244		64

14- PROPORCIO EN PESO

Cemento	42.5	Kg
Agua	20.9	Lt.
Sisal	1.05	Kg
Mascarilla	1.27	Kg
Agregado Grueso	85.51	Kg
Agregado fino	53.61	Kg

15- DOSIFICACION POR VOLUMEN

	Lt./Saco
Cemento	1
Agua	20.9
Sisal	0.02
Mascarilla	0.03
Agregado Grueso	2.0
Agregado fino	1.3

16- RELACION DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO

Relacion A/C de diseño	0.47
Relacion A/C efectiva	0.49

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.
HERNAN L. BASURTO
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 10889

Diseño 3% (1.00% Sisal + 2.00% Mascarilla)



WH ASECON S.A.C.
ASESORES & CONSULTORES DEL PERU
 ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESTISTA : ABRAHAM ALEXANDRO MORALES CARDENAS (0808-0003-4587-3000)
 TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2021
 UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
 FECHA : 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2021

DISEÑO DE MEZCLA METODO DEL COMITÉ 211- ACI

1- DATOS PARA EL CALCULO DEL DISEÑO

L1- DISEÑO 3.0% (1.0% SISAL y 2.0% MASCARILLA)	F _c	280
	SLUMP	4 - 6 pul.

ENSAYOS FISICOS	Agua Gruesa	Agua Fina	Sisal	Mascarilla
TAMANO MAXIMO NOMINAL	1/2"	-		
MODULO DE FINEZA	645	285		
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1,353	1,572	1,066	0,754
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)	1,708	1,689	1,220	0,860
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (kg/oc)	2,620	2,526	1,580	0,910
% DE ABSORCION	1.28	1.61	1.50	4.98
% HUMEDAD	0.40	0.87	1.50	1.89
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO	3.15			
CEMENTO PORTLAND	TIPO (I)			

2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:

$$F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = 280 \times 0.85 = 238 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{TABLA 7.4.3}$$

3- CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA X m³ (MIN VS SLUMP)

$$\text{Agua en litros} = 216 \quad \text{TABLA 10.1.1}$$

4- RELACION AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA

$$R = A/C = 0.47 \quad \text{TABLA 10.2.1}$$

WH ASECON S.A.C.
 "INGENIERIA Y CONSULTORIA DEL PERU"
 INSCRITO EN EL REGISTRO NACIONAL DE EMPRESAS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 CIP. N° 10880



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

4- FACTOR CEMENTO (C = A/B)

$$C = \boxed{454} \text{ Kg-M}^3 \quad \boxed{99.9} \text{ Bolsas-M}^3$$

4- AGREGADO GRUESO X M³

Peso Unitario Compactado X Fact F = (TDM en MP) TABLA N.2.3

$$1,761.0 \times 0.53 = \boxed{933} \text{ Kg}$$

5- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

$$\% \text{ Aire} = \text{TDM} \quad 2.4 \quad \text{TABLA N.2.3}$$

6- VOLUMENES ABSOLUTOS

	Peso Kg.	Volumen M ³
Cemento	454	0.149
Agua	216	0.216
Ara	2.5	0.025
Stuf	15.00	0.010
Miscella	18.20	0.020
Ag.Grueso	933	0.356
	Suma de Valores	0.776

9- AGREGADO FINO X M³

Peso Especifico de la Masa X 1 - (Suma de Valores Absolutos)

$$\begin{aligned} \text{Volumen del Ag. Fino} &= 1 - 0.776 \\ \text{Volumen del Ag. Fino} &= 0.224 \\ \text{Peso del Ag. Fino} &= \boxed{360} \text{ Kg} \end{aligned}$$

10- DISEÑO SECO X M³

	en Kg.
Cemento	454 Kg
Agua	216 Kg
Stuf	15 Kg
Miscella	18 Kg
Agregado Grueso	933 Kg
Agregado fino	360 Kg
Suma de valores	2,211 Kg

WH ASECÓN S.A.C. CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

TABLA N.2.3
INGENIERO CIVIL
C.O.P. N. 66663



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ
ESTADOS SUFICIENTES - LABORATORIO DE SUELO

12- CORRECCION POR HUMEDAD X M3

Agregado Grueso	=	596	Kg
Agregado Fino	=	571	Kg
Sisal	=	15.2	Kg
Mascalla	=	18.5	Kg

13- AGUA EFECTIVA

Aporte Ag. Grueso (Ab - Wd)		=	7.4	
356	1.28	0.41		
Aporte de Ag. Fino		=	3.7	
571	1.61	0.97		
Aporte Sisal		=	0.5	
15	3.50	1.56		
Aporte Mascalla		=	0.6	
19	4.90	1.85		
Aporte total de agua		=	11.9	
Agua Efectiva		=	228	La-M ³

13- DISEÑO HUMEDO X M³

	M ³	kg	ft ³
Cemento	464	kg	15
Agua	228	lt	8
Sisal	15	kg	0.4
Mascalla	19	kg	1
Agregado Grueso	596	kg	27
Agregado fino	571	kg	16
	2231		63

14- PROPORCIO EN PESO

Cemento	42.3	Kg
Agua	20.9	La
Sisal	1.40	Kg
Mascalla	1.79	Kg
Agregado Grueso	85.51	Kg
Agregado fino	51.88	Kg

15- DOSIFICACION POR VOLUMEN

	La/Saco
Cemento	1
Agua	20.9
Sisal	0.85
Mascalla	0.84
Agregado Grueso	2.0
Agregado fino	1.3

16- RELACION DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO

Relacion A/C de diseño	0.47
Relacion A/C efectiva	0.49

WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ S.A.C.

HERNANDEZ BARRERA
INGENIERO CIVIL
C.O.P. 12700001

Mza. B Lote. 8, A.H. Húsares de Junín - San Martín de Porres - Lima - Lima
940 225 383 wh.asecon.sac@gmail.com

Contenido de aire

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0000-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

ENSAYO DE CONTROL DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO (CONTENIDO DE AIRE - OLLA WASHINGTON)

Material : Agregado Grueso - Agregado Fino

1. MEDICIÓN DE TEMPERATURA

ASTM C1054/C1064M-17

Temperatura Ambiente (°C)	: 18.70 °C	°C
Temperatura del Concreto (°C)	: 22.60 °C	°C

Según ACI 211.1

Temperatura del Concreto 0 °C a 50 °C

Cumple...!

2. MEDICIÓN DE LA CONSISTENCIA

ASTM C143/C143M-20

Slump o Revanimiento	: 4	Pulg.
----------------------	-----	-------

Asentamiento de Diseño 3" a 4"

Cumple...!

3. MEDICIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

ASTM C138/C138M-17a

Peso Molde	: 3.537	Kg.
Volumen del Molde	: 0.007	m ³
Peso de Molde + Concreto Compactado	: 19.566	Kg.
Peso del Concreto	: 16.029	Kg.
Peso Unitario del Concreto (PUC)	: 2241.818	Kg/m ³

4. MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CONCRETO

ASTM C138/C138M-17a

Peso Unitario del Concreto (PUC)	: 2241.818	Kg/m ³
Peso Unitario Teórico (PUT)	: 2241.014	Kg/m ³
Rendimiento del concreto	: 1.00	

Corregir Diseño

5. MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO

ASTM C231/C231M-17a

Contenido de Aire Atrapado de Diseño	: 1.5	%
Contenido de Aire (Olla Washington)	: 1.8	%

Según ACI 211.1

Cumple...!

6. MEDICIÓN DE SEGREGACIÓN DEL CONCRETO

ASTM C1610/C1610M-21

Segregación del concreto autocompactante	: Sin Segregación
--	-------------------

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante



WVA ASOCIACIÓN S.A.C.

HERNÁN L. ESCOBAR DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
C.O. N° 000001

Permeabilidad

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

ENSAYO DE PERMEABILIDAD
(ACI 522R - 10)

Material : Agregado Grueso - Agregado Fino

MUESTRA PATRON + 0.0% FIBRA DE ACERO

N°	F. Vaclado	Edad	t	L	Ø	A	a	h ¹	Coeficiente K (cm/seg.)	Coeficiente K (m/seg.)
			Tiempo (seg.)	Longitud de Probeta (cm)	Diametro (cm)	Area de Muestra (cm ²)	Area de Tuberia (cm ²)	Altura de Carga (cm)		
1	22/09/2023	28	7185	20.00	10.00	78.54	78.54	29.00	0.01	0.00
2	22/09/2023	28	7193	20.00	10.00	78.54	78.54	29.00	0.01	0.00
3	22/09/2023	28	7191	20.00	10.00	78.54	78.54	29.00	0.01	0.00
DESVIACION ESTANDAR									0.00	0.00
PROMEDIO									0.01	0.00
COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD									0.01	0.00
COEFICIENTE DE VARIACION									0.06	0.06
RANGO DE VARIACION									0.11	0.11

K: Coeficiente de Permeabilidad (cm/s)

t: Tiempo de transición de h1 a h2 (s)

L: Longitud de la probeta (cm)

a: Area de tuberia de carga (cm²)

A: Area de la muestra (cm²)

h1: Altura de Carga Superior antes del drenaje (cm)

h2: Altura de Carga Superior despues del drenaje (cm)

$$K = \frac{L \times a}{t \times A}$$



WHASECON S.A.C.

HERNANDEZ SUAREZ
HERNANDEZ SUAREZ DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100003



WHASECON S.A.C.
 ASESORES & CONSULTORES DEL PERU
 ESTANDAR GERENCIAL - LABORATORIO DE SUELO

Exudación



TECISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4907-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2022
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2022

EXUDACION DEL CONCRETO FRESCO (ASTM C 232)

DISEÑO PATRON

I. TANDA PARA EXUDACION

	1m3 (90)	TANDA (40 L)
CEMENTO	345	13.8
AGUA (w)	210	8.44
AGREGADO FINO	985	35.4
AGREGADO GRUESO	042	17.72
PESO DE TANDA (kg)		85.38

II. DATOS DE LA MUESTRA A ENSAYAR

PESO DEL MOLDE (g)	5.767
PESO DE MOLDE + CONCRETO FRESCO (g)	38.371
PESO DEL CONCRETO FRESCO	33.604
DIAMETRO DEL ENVASE	25.50
AREA DEL ENVASE	510.7
ALTURA DEL ENVASE	26.2
HORA DE INICIO	10:20 pm
T° AMBIENTE	18.8

III. CALCULOS

HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO (minutos)	TIEMPO PARCIAL (minutos)	V1 (ml)	VOLUMEN DEL AGUA ACUMULADO	V (ml/min)	VELOCIDAD DE EXUDACION (ml/min/m²)
10:20:00	0					
10:30:00	10	10	2.8	2.8	0.0035	0.00055
10:40:00	20	10	2.3	5.1	0.0045	0.00045
10:50:00	30	10	3.5	8.6	0.0069	0.00069
11:00:00	40	10	0.8	9.4	0.0016	0.00016
11:30:00	70	30	1.8	11.2	0.0035	0.00012
12:00:00	100	30	2.4	13.6	0.0047	0.00018
12:30:00	130	30	2.1	15.7	0.0041	0.00014
13:00:00	160	30	1.8	17.3	0.0031	0.00010
13:30:00	190	30	1.2	18.5	0.0023	0.00008
14:00:00	220	30	2.3	20.8	0.0045	0.00015
15:30:00	250	30	0.0	20.8	0.0000	0.00000

$$V = \frac{V_1}{T_1 + T_2}$$

Nota:
 V = Volumen de agua exudada (ml) por unidad de superficie en un día.
 V₁ = Volumen de agua exudada medida durante el momento de tiempo seleccionado, en ml.
 T₁ = Área superficial del tiempo seleccionado, en cm².

M. MUESTRAS		ID. M.	
1	21		
2	2074		
AUTOGUARD		1	21

$$C = (V_1 + V_2) \cdot 1 \quad \text{Eficacia} = (D - C) \cdot 100$$

C = Masa de agua en la muestra de ensayo, en g.
 V₁ = Masa (ml) de la muestra, en g.
 V₂ = Agua de humedad, masa (g) sustruido de que se eliminó el agua distribuido en el espécimen, en g. (ver tabla de datos).
 D = Masa de la muestra, en g.
 D₁ = Masa del agua de exudación, en ml.



WH ASECON S.A.C.

HERNAN I. BARRONTO DE LA CRUZ
 INGENIERO CIVIL
 C.R. N° 20000

Asentamiento



WH ASECON S.A.C.
ASESORES & CONSULTORES DEL PERU
ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0005-0003-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DEL DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

METODO DE ENSAYO PARA LA MEDICION DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON EL CONO DE ABRAMS (ASTMD C 143 / NTP 339.035)

MUESTRA	IDENTIFICACION	ASENTAMIENTO (PULGADAS)	ASENTAMIENTO (CENTIMETROS)
M - 1	DISEÑO PATRON	4 1/2	11,5
M - 2	DISEÑO PATRON	4 1/2	11,5
M - 3	DISEÑO PATRON	4 1/2	11,5
M - 4	DISEÑO PATRON	4 1/2	11,5
M - 5	DISEÑO PATRON	4 1/2	11,5
M - 6	DISEÑO PATRON	4 1/2	11,5
M - 7	DISEÑO PATRON	4 1/2	11,5
M - 8	DISEÑO PATRON	4 1/2	11,5
M - 9	DISEÑO PATRON	4 1/2	11,5

LOS ENSAYO SE REALIZARON EN EL LABORATORIO



WH ASECON S.A.C.

HERNAN I. BASURTO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 8882



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DEL DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

METODO DE ENSAYO PARA LA MEDICION DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON EL CONO DE ABRAMS (ASTM C 143 / NTP 339.035)

MUESTRA	IDENTIFICACION	ASENTAMIENTO (PULGADAS)	ASENTAMIENTO (CENTIMETROS)
M - 1	DISEÑO AL 1% (0.25 % SISAL y 0.75% MASCARILLA)	4 1/3	11.0
M - 2	DISEÑO AL 1% (0.25 % SISAL y 0.75% MASCARILLA)	4 1/3	11.0
M - 3	DISEÑO AL 1% (0.25 % SISAL y 0.75% MASCARILLA)	4 1/3	11.0
M - 4	DISEÑO AL 1% (0.25 % SISAL y 0.75% MASCARILLA)	4 1/3	11.0
M - 5	DISEÑO AL 1% (0.25 % SISAL y 0.75% MASCARILLA)	4 1/3	11.0
M - 6	DISEÑO AL 1% (0.25 % SISAL y 0.75% MASCARILLA)	4 1/3	11.0
M - 7	DISEÑO AL 1% (0.25 % SISAL y 0.75% MASCARILLA)	4 1/3	11.0
M - 8	DISEÑO AL 1% (0.25 % SISAL y 0.75% MASCARILLA)	4 1/3	11.0
M - 9	DISEÑO AL 1% (0.25 % SISAL y 0.75% MASCARILLA)	4 1/3	11.0

LOS ENSAYOS SE REALIZARON EN EL LABORATORIO



WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN L. SABIDO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
C.P. N° 08883



WH ASECON S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TEXTO : ABRAMM ALEJANDRO MORALES CARDEAS (0990-8088-4507-1295)
TÍTULO : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARELLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DEL DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

METODO DE ENSAYO PARA LA MEDICION DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON EL CONO DE ABRAMS (ASTM C 143 / NTP 339.035)

MUESTRA	IDENTIFICACION	ASENTAMIENTO (PULGADAS)	ASENTAMIENTO (CENTIMETROS)
M - 1	DISEÑO AL 1.5 % (0.5 % SISAL y 1.0 % MASCARELLA)	4 1/7	10.5
M - 2	DISEÑO AL 1.5 % (0.5 % SISAL y 1.0 % MASCARELLA)	4 1/7	10.5
M - 3	DISEÑO AL 1.5 % (0.5 % SISAL y 1.0 % MASCARELLA)	4 1/7	10.5
M - 4	DISEÑO AL 1.5 % (0.5 % SISAL y 1.0 % MASCARELLA)	4 1/7	10.5
M - 5	DISEÑO AL 1.5 % (0.5 % SISAL y 1.0 % MASCARELLA)	4 1/7	10.5
M - 6	DISEÑO AL 1.5 % (0.5 % SISAL y 1.0 % MASCARELLA)	4 1/7	10.5
M - 7	DISEÑO AL 1.5 % (0.5 % SISAL y 1.0 % MASCARELLA)	4 1/7	10.5
M - 8	DISEÑO AL 1.5 % (0.5 % SISAL y 1.0 % MASCARELLA)	4 1/7	10.5
M - 9	DISEÑO AL 1.5 % (0.5 % SISAL y 1.0 % MASCARELLA)	4 1/7	10.5

LOS ENSAYOS SE REALIZARON EN EL LABORATORIO



ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

INFORME LABORATORIO DE SUELO
PROYECTO DE MEJORA DE LA AV. LA PLAYA



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ

ESTADIOS DE INGENIERÍA - LABORATORIOS DE ENSAYO

TESTISTA : ABRAM ALVARADO MORALES CARDENAS (0900-0069-6167-4298)
TÍTULO : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARELLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2025
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DEL DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2025

METODO DE ENSAYO PARA LA MEDICION DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON EL CONO DE ABRAMS (ASTM C 143 / NTP 339.035)

MUESTRA	IDENTIFICACION	ASENTAMIENTO (PULGADAS)	ASENTAMIENTO (CENTIMETROS)
M - 1	DISEÑO AL 2.25 % (3.75 % SISAL y 1.5 % MASCARELLA)	3.34	8.5
M - 2	DISEÑO AL 2.25 % (3.75 % SISAL y 1.5 % MASCARELLA)	3.34	8.5
M - 3	DISEÑO AL 2.25 % (3.75 % SISAL y 1.5 % MASCARELLA)	3.34	8.5
M - 4	DISEÑO AL 2.25 % (3.75 % SISAL y 1.5 % MASCARELLA)	3.34	8.5
M - 5	DISEÑO AL 2.25 % (3.75 % SISAL y 1.5 % MASCARELLA)	3.34	8.5
M - 6	DISEÑO AL 2.25 % (3.75 % SISAL y 1.5 % MASCARELLA)	3.34	8.5
M - 7	DISEÑO AL 2.25 % (3.75 % SISAL y 1.5 % MASCARELLA)	3.34	8.5
M - 8	DISEÑO AL 2.25 % (3.75 % SISAL y 1.5 % MASCARELLA)	3.34	8.5
M - 9	DISEÑO AL 2.25 % (3.75 % SISAL y 1.5 % MASCARELLA)	3.34	8.5

LOS ENSAYOS SE REALIZARON EN EL LABORATORIO



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA UCA

LABORATORIO DE ENSAYOS DE LA UCA
INGENIERÍA CIVIL
CALLE 1000



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ

ESTUDIOS TÉCNICOS · LABORATORIO DE SUELO

TESTEADO POR: ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0990-9063-4567-3023)
TÍTULO: DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARELLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN: Av. LA PLAYA DEL DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA: 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

METODO DE ENSAYO PARA LA MEDICION DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON EL COMO DE ABRAMS (ASTM C 143 / NTP 339.035)

MUESTRA	IDENTIFICACION	ASENTAMIENTO (PULGADAS)	ASENTAMIENTO (CENTIMETROS)
M - 1	DISEÑO AL 3.0 % (1.0 % SISAL y 2.0 % MASCARELLA)	3 1/2	9.0
M - 2	DISEÑO AL 3.0 % (1.0 % SISAL y 2.0 % MASCARELLA)	3 1/2	9.0
M - 3	DISEÑO AL 3.0 % (1.0 % SISAL y 2.0 % MASCARELLA)	3 1/2	9.0
M - 4	DISEÑO AL 3.0 % (1.0 % SISAL y 2.0 % MASCARELLA)	3 1/2	9.0
M - 5	DISEÑO AL 3.0 % (1.0 % SISAL y 2.0 % MASCARELLA)	3 1/2	9.0
M - 6	DISEÑO AL 3.0 % (1.0 % SISAL y 2.0 % MASCARELLA)	3 1/2	9.0
M - 7	DISEÑO AL 3.0 % (1.0 % SISAL y 2.0 % MASCARELLA)	3 1/2	9.0
M - 8	DISEÑO AL 3.0 % (1.0 % SISAL y 2.0 % MASCARELLA)	3 1/2	9.0
M - 9	DISEÑO AL 3.0 % (1.0 % SISAL y 2.0 % MASCARELLA)	3 1/2	9.0

LOS ENSAYOS SE REALIZARON EN EL LABORATORIO



WH ASECÓN S.A.C. CONSULTORES DEL PERÚ S.A.C.

MEMORIA TÉCNICA DE LA OBRA
PAVIMENTO RIGIDO
C.P. N° 00000

Contenido de Humedad



TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
 : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D 2216 / NTP 339.127)

MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)

TARRO N°	1	2	PROMEDIO
PESO DEL TARRO + SUELO HUMEDO (g)	384.9	344.7	
PESO DEL TARRO + SUELO HUMEDO (g)	362.3	342.1	
PESO DEL TARRO (g)	85.6	84.1	
PESO DEL AGUA (g)	2.6	2.6	
PESO DE SUELO SECO (g)	276.7	258.0	
CONTE. DE HUMEDAD (g)	0.94	1.01	0.97

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

TARRO N°	1	2	PROMEDIO
PESO DEL TARRO + SUELO HUMEDO (g)	381.0	351.2	
PESO DEL TARRO + SUELO HUMEDO (g)	360.0	350.0	
PESO DEL TARRO (g)	85.6	84.1	
PESO DEL AGUA (g)	1.0	1.2	
PESO DE SUELO SECO (g)	274.4	265.9	
CONTE. DE HUMEDAD (g)	0.36	0.45	0.41



WH ASECON S.A.C.

HIRSHAN E. MARIARTO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 68683

Segregación del Concreto



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESTISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO (ASTM C 138 / NTP 339.046)

DISEÑO PATRON

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	gr	10785	10790	10780
2	Peso del Molde	gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	4935	4940	4930
4	Volumen del Molde	cc	2080	2080	2080
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	gr/cc	2.373	2.375	2.370
PROMEDIO		gr/cc	2.373		
SEGREGACIÓN DEL CONCRETO FRESCO		NO			



WH ASECÓN S.A.C.
ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.
HERNAN L. BARRITO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 88888



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO (ASTM C 138 / NTP 339.046)

DISEÑO 1% (0.25% SISAL - 0.75% MASCARILLA)

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	gr	10765	10770	10760
2	Peso del Molde	gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	4915	4920	4910
4	Volumen del Molde	cc	2060	2080	2080
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	gr/cc	2.363	2.365	2.361

PROMEDIO	gr/cc	2.363
----------	-------	-------

SEGREGACION DEL CONCRETO FRESCO	NO
---------------------------------	----



WH ASECÓN S.A.C.

HERNAN I. BASURTO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 58863



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU

ESTUDIOS GEOTECNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0500-0003-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO (ASTM C 138 / NTP 339.046)

DISEÑO 1.5% (0.5% SISAL - 1.0% MASCARILLA)

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	gr	10750	10745	10755
2	Peso del Molde	gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	4900	4895	4905
4	Volumen del Molde	cc	2080	2080	2080
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	gr/cc	2.356	2.363	2.358

PROMEDIO	gr/cc	2.356
----------	-------	-------

SEGREGACION DEL CONCRETO FRESCO	NO
---------------------------------	----



WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN L. BABURTO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 64803



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO (ASTM C 138 / NTP 339.046)

DISEÑO 2.25% (0.75% SISAL - 1.5% MASCARILLA)

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	gr	10685	10690	10680
2	Peso del Molde	gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	4835	4840	4830
4	Volumen del Molde	cc	2080	2080	2080
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	gr/cc	2.325	2.327	2.322

PROMEDIO	gr/cc	2.325
----------	-------	-------

SEGREGACION DEL CONCRETO FRESCO	NO
---------------------------------	----



WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ S.A.C.

HERNAN L. BARRALTO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 64883



WH ASECÓN S.A.C.

ASESORES & CONSULTORES DEL PERU
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - LABORATORIO DE SUELO

TESISTA : ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS (0000-0003-4507-3193)
TESIS : DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RIGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN LA Av. LA PLAYA - VENTANILLA - 2023
UBICACIÓN : Av. LA PLAYA DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO
FECHA : 22 DE SETIEMBRE DEL 2023

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO (ASTM C 138 / NTP 339.046)

DISEÑO 3.0% (1.0% SISAL - 2.0% MASCARILLA)

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	gr	10615	10620	10610
2	Peso del Molde	gr	5850	5850	5850
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	4765	4770	4760
4	Volumen del Molde	cc	2080	2080	2080
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	gr/cc	2.291	2.293	2.288

PRÓMEDIO	gr/cc	2.291
----------	-------	-------

SEGREGACION DEL CONCRETO FRESCO	NO
---------------------------------	----



WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.

HERNAN L. BASALTO DE LA CRUZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 60803




















- Anexo 5: Análisis Estadístico

ANÁLISIS ESTADÍSTICO						
RESISTENCIA EN COMPRESIÓN						
A. PRUEBA DE NORMALIDAD						
PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Compresión Si tienen normalidad.						
H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia en Compresión No tienen normalidad.						
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA: $\alpha=5\%$ (0.05)						
PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA:						
Para muestras mayores a 50 datos se utiliza Kolmogorov-Smirnov ($n>50$, $K - S$).						
Para muestras menores a 50 datos se utiliza Shapiro-Wilk ($n\leq 50$, $S - W$).						
Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FS-MQ	,144	15	,200 [*]	,908	15	,125
R.C.	,180	15	,200 [*]	,893	15	,074
* . Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						
Se tienen 15 muestras, entonces se utilizará Shapiro-Wilk con p-valor=0.074						
PASO 4. REGLA DE DECISIÓN						
Si p-valor \leq 0.05 - Se rechaza la hipótesis nula.						
p-valor=0.074						
Comparación: 0.074 $>$ 0.05						
Entonces se acepta la hipótesis nula.						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Compresión Si tienen normalidad.						
PASO 5. CONCLUSIÓN						
Los datos de la variable resistencia en compresión tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%						
B. CORRELACIÓN DE PEARSON						
PASO 1: PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Compresión Si tienen Homogeneidad.						
H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia en Compresión No tienen Homogeneidad.						
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA						
$\alpha=5\%$ (0.05)						
PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON						
Correlaciones						
				FS MQ		RC
FS_MQ	Correlación de Pearson			1		-,639 [*]
	Sig. (bilateral)					,010
	N			15		15
RC	Correlación de Pearson			-,639 [*]		1
	Sig. (bilateral)			,010		
	N			15		15
** . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).						
Se tiene un p-valor=0.010 y coeficiente de correlación r de Pearson de -0.639 (-63.9%).						
PASO 4. REGLA DE DECISIÓN						
Si p-valor \leq 0.05 - Se rechaza la hipótesis nula.						
p-valor=0,010						
Comparación: 0.010 $<$ 0.05						
Entonces se acepta la hipótesis alterna.						
PASO 5. CONCLUSIÓN						
Existe una correlación negativa considerable, entre la variable Resistencia en Compresión y la variable Fibra de Sisal y Mascarilla Quirúrgica con un coeficiente de correlación de Pearson de -0.639						

ANÁLISIS ESTADÍSTICO						
RESISTENCIA EN TRACCIÓN						
A. PRUEBA DE NORMALIDAD						
PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Tracción Si tienen normalidad.						
H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia en Tracción No tienen normalidad.						
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA: $\alpha=5\%$ (0.05)						
PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA:						
Para muestras mayores a 50 datos se utiliza Kolmogorov-Smirnova (n>50, K – S).						
Para muestras menores a 50 datos se utiliza Shapiro-Wilk (n<=50, S – W).						
Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FS-MQ	,144	15	,200 [*]	,908	15	,125
R.T.	,251	15	,200	,837	15	,123
* . Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						
Se tienen 15 muestras, entonces se utilizará Shapiro-Wilk con p-valor=0.123						
PASO 4. REGLA DE DECISIÓN						
Si p-valor<=0.05 - Se rechaza la hipótesis nula.						
p-valor=0.123						
Comparación: 0.123>0.05						
Entonces se acepta la hipótesis nula.						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Tracción Si tienen normalidad.						
CORRELACION DE PEARSON (SI TIENE NORMALIDAD)						
CORRELACION DE SPEARMAN (SI NO TIENE NORMALIDAD)						
PASO 5. CONCLUSIÓN						
Los datos de la variable resistencia en tracción tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%						
B. CORRELACION DE PEARSON						
PASO 1: PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS						
Ho: Hipótesis nula: El incremento de resistencia en tracción del concreto No está relacionado con la adición de fibras FS_MQ						
H1: hipótesis alterna: El incremento de resistencia en tracción del concreto Si está relacionado con la adición de fibras FS_MQ.						
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA						
$\alpha=5\%$ (0.05)						
PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON						
Correlaciones						
			RT		FS-MQ	
RT	Correlación de Pearson		1		-,595 ^{**}	
	Sig. (bilateral)				,000	
	N		15		15	
FS-MQ	Correlación de Pearson		-,595 ^{**}		1	
	Sig. (bilateral)		,000			
	N		15		15	
** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).						
Se tiene un p-valor=0.0001 y coeficiente de correlación r de Pearson de -0.595 (-59.5%).						
PASO 4. REGLA DE DECISIÓN						
Si p-valor<=0.05 - Se rechaza la hipótesis nula.						
p-valor=0,0001						
Comparación: 0.0001<0.05						
Entonces se acepta la hipótesis alterna.						
PASO 5. CONCLUSIÓN						
Existe una correlación negativa media, entre la variable Resistencia en Tracción y la variable Fibra de Sisal y Mascarilla Quirúrgica con un coeficiente de correlación de Pearson de -0.595						

ANÁLISIS ESTADÍSTICO						
RESISTENCIA EN FLEXIÓN						
A. PRUEBA DE NORMALIDAD						
PASO 1: PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Flexión Si tienen normalidad.						
H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia en Flexión No tienen normalidad.						
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA: $\alpha=5\%$ (0.05)						
PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA:						
Para muestras mayores a 50 datos se utiliza Kolmogorov-Smirnov (n>50, K - S).						
Para muestras menores a 50 datos se utiliza Shapiro-Wilk (n<=50, S - W).						
Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FS-MQ	,144	15	,200 [*]	,908	15	,125
R.F.	,212	15	,200 [*]	,851	15	,491
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						
Se tienen 15 muestras, entonces se utilizará Shapiro-Wilk con p-valor=0.491						
PASO 4. REGLA DE DECISIÓN						
Si p-valor<=0.05 - Se rechaza la hipótesis nula.						
p-valor=0.494						
Comparación: 0.494>0.05						
Entonces se acepta la hipótesis nula.						
Ho: Hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia en Flexión Si tienen normalidad.						
PASO 5. CONCLUSIÓN						
Los datos de la variable resistencia en flexión tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%						
B. CORRELACIÓN DE PEARSON						
PASO 1: PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS						
Ho: Hipótesis nula: El incremento de resistencia en flexión del concreto No está relacionado con la adición de fibras de FS_MQ						
H1: hipótesis alterna: El incremento de resistencia en flexión del concreto Si está relacionado con la adición de fibras de FS_MQ.						
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA						
$\alpha=5\%$ (0.05)						
PASO 3. PRUEBA ESTADÍSTICA: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON						
Correlaciones						
		RF	FS-MQ			
R.F	Correlación de Pearson	1	-,748 ^{**}			
	Sig. (bilateral)		,001			
	N	15	15			
FS_MQ	Correlación de Pearson	-,748 ^{**}	1			
	Sig. (bilateral)	,001				
	N	15	15			
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).						
Se tiene un p-valor=0.001 y coeficiente de correlación r de Pearson de -0.748 (-74.8%).						
PASO 4. REGLA DE DECISIÓN						
Si p-valor<=0.05 - Se rechaza la hipótesis nula.						
p-valor=0,001						
Comparación: 0.001<0.05						
Entonces se acepta la hipótesis alterna.						
PASO 5. CONCLUSIÓN						
Existe una correlación negativa considerable, entre la variable Resistencia en Flexión y la variable Fibra de Sisal con Mascarilla Quirúrgica con un coeficiente de correlación de Pearson de -0.748						

• Anexo 6: Clasificación Vehicular

Día	Automóvil	S. Wagon	Camionetas			Micro	Omnibus			Camion			Semitraylers					Traylers					
			Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
																							
Domingo 01/10/2023	Av. La Playa - PE-20	8310	7418	830	638	35	2518	55	18	32	25	6	4	3	2	3	3	3	10	2	2	0	0
	PE-20 - Av. La Playa	7564	7235	750	415	25	2200	30	15	20	10	4	3	0	2	3	1	5	4	0	2	0	0
	Total	15874	14653	1580	1053	60	4718	85	33	52	35	10	7	3	4	6	4	8	14	2	4	0	0
Lunes 02/10/2023	Av. La Playa - PE-20	10697	8676	823	908	103	3223	179	40	2	40	11	25	15	9	15	9	10	6	6	5	5	2
	PE-20 - Av. La Playa	10789	8694	786	910	109	3254	175	37	9	35	10	12	10	4	5	3	3	3	3	3	5	2
	Total	21486	17370	1609	1818	212	6477	354	77	11	75	21	37	25	13	20	14	13	9	9	8	10	4
Martes 03/10/2023	Av. La Playa - PE-20	11642	10654	745	534	265	3276	140	45	35	15	15	25	15	5	4	3	7	3	2	2	2	2
	PE-20 - Av. La Playa	10678	10832	541	359	125	3945	125	23	32	10	9	14	12	3	1	3	9	8	2	3	2	5
	Total	22320	21486	1286	893	390	7221	265	68	67	25	24	39	27	8	5	6	16	11	4	5	4	7
Miércoles 04/10/2023	Av. La Playa - PE-20	12354	14523	956	458	652	351	256	40	35	36	24	65	25	4	5	9	4	5	2	2	5	1
	PE-20 - Av. La Playa	11564	12354	845	657	452	324	245	35	24	25	32	32	17	6	3	6	3	5	4	2	4	1
	Total	23918	26877	1801	1115	1104	675	501	75	59	61	56	97	42	10	8	15	7	10	6	4	9	2
Jueves 05/10/2023	Av. La Playa - PE-20	15634	14652	945	468	623	324	222	25	30	24	25	60	28	4	3	1	11	0	2	1	4	3
	PE-20 - Av. La Playa	14679	13354	785	452	555	333	152	35	17	20	15	35	20	4	5	0	8	3	0	3	5	3
	Total	30313	28006	1730	920	1178	657	374	60	47	44	40	95	48	8	8	1	19	3	2	4	9	6
Viernes 06/10/2023	Av. La Playa - PE-20	12486	12456	124	456	36	378	354	45	45	85	11	8	3	1	8	1	5	7	2	2	4	5
	PE-20 - Av. La Playa	11112	12444	111	398	40	345	325	42	40	50	10	5	1	5	3	0	3	0	0	0	4	6
	Total	23598	24900	235	854	76	723	679	87	85	135	21	13	4	6	11	1	8	7	2	2	8	11
Sábado 07/10/2023	Av. La Playa - PE-20	10160	9231	1183	995	57	3004	199	30	9	50	18	15	15	10	8	12	5	19	4	2	3	5
	PE-20 - Av. La Playa	9982	9054	983	905	65	2897	175	33	15	20	10	6	4	5	3	1	4	5	3	3	4	4
	Total	20142	18285	2166	1900	122	5901	374	63	24	70	28	21	19	15	11	13	9	24	7	5	7	9
IMDs	Av. La Playa - PE-20	11611.9	11087.1	800.9	636.7	253.0	1867.7	200.7	34.7	26.9	39.3	15.7	28.9	14.9	5.0	6.6	5.4	6.4	7.1	2.9	2.3	3.3	2.6
	PE-20 - Av. La Playa	10909.7	10566.7	685.9	585.1	195.9	1899.7	175.3	31.4	22.4	24.3	12.9	15.3	9.1	4.1	3.3	2.3	5.0	4.0	1.7	2.3	3.4	3.0
	Total	22521.6	21653.9	1486.7	1221.9	448.9	3767.4	376.0	66.1	49.3	63.6	28.6	44.1	24.0	9.1	9.9	7.7	11.4	11.1	4.6	4.6	6.7	5.6
IMDa	Av. La Playa - PE-20	12299.40	11743.62	848.28	674.41	267.98	1978.30	194.10	33.57	25.97	37.99	15.20	27.91	14.37	4.84	6.35	5.25	6.22	6.91	2.76	2.21	3.18	2.49
	PE-20 - Av. La Playa	11555.69	11192.38	726.47	619.79	207.45	2012.20	169.51	30.39	21.69	23.49	12.43	14.78	8.84	4.01	3.18	2.21	4.84	3.87	1.66	2.21	3.32	2.90
	Total	23855.09	22936.00	1574.74	1294.20	475.43	3990.50	363.61	63.96	47.66	61.48	27.63	42.69	23.21	8.84	9.53	7.46	11.05	10.78	4.42	4.42	6.49	5.39
2023	Total vehículos	23855	22936	1575	1294	475	3991	364	64	48	61	28	43	23	9	10	7	11	11	4	4	6	5

ENCUESTADOR : _____

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTCC : _____

INGENIERA MEDIOAMBIENTE E CONSTRUCCION S.A.C.
 ESPECIALISTA DE CALIDAD
 Jhonny Martín Castro Vega
 CIP: 157828

GEORGE KEVIN
 MARILUZ SILVA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 280095

JHAIR HUGO VALVERDE TARAZONA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 280102

- Anexo 7: Confiabilidad



Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MM-0060-2023

Página 1 de 2

Expediente	23-0067	
Solicitante	WRC INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.A.C.	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).
Dirección	Calle Puerto Pimentel Mz. D Lote 05 Urb. Palma Real, Callao - Callao - Callao.	
Instrumento de Medición	BALANZA NO AUTOMATICA	
Marca	OHAUS	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
Modelo	PA313	
Número de Serie	8332090565	
Procedencia	CHINA	
Tipo	ELECTRONICA	
Identificación	NO INDICA	
Capacidad Máxima	310 g	
División de escala (d)	0.001 g	
Div. de Verificación (e)	0.001 g	
Capacidad Mínima	0.1 g	
Clase de Exactitud	I	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
Ubic. Del Instrumento	LABORATORIO	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
Fecha de Calibración	2023-04-11	

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. Edición tercera.

Trazabilidad

Se utilizaron patrones calibrados en el INACAL - Laboratorio Acreditado, con certificados de calibración: LM-C-176-2022.

Sello	Fecha de Emisión	Jefe del laboratorio de calibración Santiago Llontop R.
	2023-04-17	



Expediente	23-0067	
Solicitante	WRC INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.A.C.	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).
Dirección	Calle Puerto Pimental Mz. D Lote 05 Urb. Palma Real, Callao - Callao - Callao.	
Instrumento de Medición	BALANZA NO AUTOMÁTICA	
Marca	OHAUS	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor. Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
Modelo	EB3	
Número de Serie	8029132282	
Procedencia	CHINA	
Tipo	ELECTRÓNICA	
Identificación	NO INDICA	
Capacidad Máxima	3000 g	
División de escala (d)	0.1 g	
Div. de Verificación (e)	0.1 g	
Capacidad Mínima	5 g	
Clase de Exactitud	II	
Ubic. Del Instrumento	LABORATORIO	
Fecha de Calibración	2023-04-11	

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. Edición tercera.

Trazabilidad

Se utilizaron patrones calibrados en el INACAL - Laboratorio Acreditado, con certificados de calibración: LM-C-176-2022, PE22-C-0894, PE22-C-0895, PE22-C-0896, M-0074-2022, M-0075-2022, M-0076-2022, M-0077-2022.

Sello	Fecha de Emisión	Jefe del laboratorio de calibración Santiago Llantop R.
	2023-04-17	



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MF-0009-2023**

Laboratorio de Fuerza

Pag. 1 de 2

Expediente	23-0067	
Solicitante	WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C.	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).
Dirección	Mza. B Lote. 8 A.H. Husares de Junín, Lima - Lima - San Martín de Porres.	
Instrumento de Medición	Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión	
Equipo Calibrado	CORTE DIRECTO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor. Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
CORTE DIRECTO		
Marca (o Fabricante)	PERUTEST	
Modelo	PT-CD	
Número de Serie	1030	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Indicador de Lectura	DIGITAL	
Alcance de Indicación	0 Kgf a 500 Kgf	
Resolucion	0.001 Kgf	
Marca (o Fabricante)	PERUTEST	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
Transductor de Fuerza	CELDA TIPO S	
Marca (o Fabricante)	MAVIN	
Modelo	500 kg	
Número de Serie	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
Ubic. Del Instrumento	LABORATORIO	
Lugar de Calibración	Mza. B Lote. 8 A.H. Husares de Junín, Lima - Lima - San Martín de Porres.	
Fecha de Calibración	2023-04-11	

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración

Santiago Uontop R.



2023-04-17





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT-0047-2023

Laboratorio de Temperatura

Pag. 1 de 4

Expediente	23-0067	
Solicitante	WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERÚ S.A.C	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).
Dirección	Mza. B Lote. 8 A.H. Husares de Junín, Lima - Lima - San Martín de Porres.	
Equipo	HORNO ELECTRICO	
Marca (o Fabricante)	METROTEST	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
Modelo	MS-H1	
Número de Serie	833	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
Instrumento de Medición	TERMÓMETRO CONTROLADOR	
Marca	AUTONICS	
Modelo	TCN4S	
Alcance de Indicación	RT +5 °C a 200 °C	
Dív. de escala (Resoluc.)	1 °C	
Ubicación	LABORATORIO	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
Lugar de Calibración	Mza. B Lote. 8 A.H. Husares de Junín, Lima - Lima - San Martín de Porres.	
Fecha de Calibración	2023-04-11	

Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa según el PC-018, 2da. Ed. "Procedimiento Para la Calibración o Caracterización de Medios Isoermos con Aire como medio Termostático".

Trazabilidad

Se utilizaron patrones calibrados de DM-INACAL, con certificados de calibración:

LT-142-2022; MT-0085-2022

Condiciones Ambientales

Temperatura ambiental : Inicial: 26.5 °C ; Final : 26.5 °C
Humedad Relativa ambiental: Inicial: 59 HR% ; Final : 59 HR%

Sello Fecha de emisión Jefe del laboratorio de calibración
Santiago Llontop R.



2023-04-17



- Anexo 7: Modelo de consentimiento o asentimiento informado UCV

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Castro Vega Jhonny Martin
 Institución donde labora : IMC
 Especialidad : Ing. Civil
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.
 Autor del instrumento: Morales Cradenas, Abraham Alejandro

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 47

20 de junio del 2023


 INGENIERIA MEDIOAMBIENTE & CONSTRUCCION S.A.C.
 ESPECIALISTA DE CALIDAD
 Jhonny Martin Castro Vega
 CIP: 167828

II. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Mariluz Silva, George Kevin

Institución donde labora : IMC

Especialidad : Ing. Civil

Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado,

Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.

Autor del instrumento: Morales Cradenas, Abraham Alejandro

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

46

20 de junio del 2023


GEORGE KEVIN
MARILUZ SILVA
Ingeniero Civil
CIP N° 280095

III. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Valverde Tarazona, Jhair Hugo

Institución donde labora : Municipalidad Distrital de Ventanilla

Especialidad : Ing. Civil

Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado,

Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.

Autor del instrumento: Morales Cradenas, Abraham Alejandro

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

20 de junio del 2023


JHAIR HUGO VALVERDE TARAZONA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 280102

- Anexo 7: Panel fotográfico

Propiedades Físicas del Agregado



Propiedades Físicas – Mecánicas



- Anexo 7: Recibo por honorario

WH ASESORES & CONSULTORES DEL PERU S.A.C		BOLETA DE VENTA ELECTRONICA						
MZA. B LOTE. 8 A.H. HUSARES DE JUNIN		RUC: 20600357990						
SAN MARTIN DE PORRES - PROV. LIMA - LIMA		EB01-96						
Fecha de Vencimiento :								
Fecha de Emisión :	26/10/2023							
Señor(es) :	ABRAHAM ALEJANDRO MORALES CARDENAS							
DNI :	70987614							
Dirección del Cliente :	MZ B LOTE 25 AH COSTA AZUL							
	PACHACUTEC - VENTANILLA.							
	CALLAO							
Tipo de Moneda :	SOLES							
Observación :								
Cantidad	Unidad Medida	Código	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER	
1.00	UNIDAD	0000	ACESORIA DE DISEÑO DE CONCRETO Y ENSAYOS DE LABORATORIOS, PARA EL DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTO RÍGIDO CON FIBRA DE SISAL Y RESIDUO DE MASCARILLA EN AV LA PLAYA, VENTANILLA - 2023	566.02	0.00	667.9036	0.00	
							Otros Cargos :	S/ 0.00
							Otros Tributos :	S/0.00
							ICBPER :	S/ 0.00
							Importe Total :	S/3500.00
				SON: SEISCIENTOS SESENTA Y SIETE Y 90/100 SOLES				
(*) Sin impuestos.				Op. Gravada :	S/ 2966.10			
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.				Op. Exonerada :	S/ 0.00			
				Op. Inafecta :	S/ 0.00			
				ISC :	S/ 0.00			
				IGV :	S/ 533.90			
				ICBPER :	S/ 0.00			
				Otros Cargos :	S/ 0.00			
				Otros Tributos :	S/ 0.00			
				Monto de Redondeo :	S/ 3500.00			
				Importe Total :				
<p><i>Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunaf.gob.pe, en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.</i></p>								