



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Incidencia en las propiedades mecánicas del pavimento rígido  
adicionando fibra de vidrio – fibra de vidrio más cal hidratada,  
Lima 2020**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Osorio Utrilla, Omar Erick (Orcid: 0000-0002-6707-2995)

**ASESOR:**

Dr. Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique (Orcid: 0000-0002-0684-5114)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

### **Dedicatoria**

Este proyecto de investigación está dedicado en primer lugar a Dios y a mi madre Elizabeth, a mis seres queridos José, Milena y Angela; por su apoyo absoluto y su muestra de cariño.

### **Agradecimiento**

A la Universidad César Vallejo por la enseñanza brindada a lo largo de toda mi formación profesional de la carrera de Ingeniería Civil.

A la Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique, por su dedicación, apoyo y orientación para el término y presentación de la tesis.

A mi familia por su amor, dedicación y apoyo en este proceso de formación profesional.

A mis compañeros por el apoyo y ayuda que mebrindaron en terminar la tesis.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	iv
Índice de figuras .....	ix
Resumen .....	xv
Abstract .....	xvi
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>23</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	23
3.2. Variable, Operacionalización .....	24
3.3. Población, muestra y muestreo.....	25
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
3.5. Procedimientos .....	27
3.6. Método de análisis de datos.....	29
3.7. Aspectos éticos .....	29
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>31</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>91</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>98</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>100</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>110</b>



## Índice de tablas

Tabla 1: Método de análisis.....	29
Tabla 2: Ubicación.....	31
Tabla 3: Cuadro del análisis granulométrico del agregado fino.....	34
Tabla 4: Contenido de humedad de la arena .....	35
Tabla 5: Cuadro del análisis granulométrico del agregado grueso.....	36
Tabla 6: Contenido de humedad del agregado grueso .....	37
Tabla 7: Peso unitario suelto del agregado fino .....	38
Tabla 8: Peso unitario compactado del agregado fino .....	39
Tabla 9: Peso unitario suelto del agregado grueso .....	40
Tabla 10: Peso unitario compactado del agregado grueso .....	41
Tabla 11: Peso específico y absorción del agregado fino .....	42
Tabla 12: Peso específico y absorción del agregado grueso .....	44
Tabla 13: Diseño de mezcla de concreto patrón .....	47
Tabla 14: Proporciones de diseño de mezcla patrón para el concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	48
Tabla 15: Diseño de mezcla de concreto con la adición de la fibra de vidrio de 1% .....	49
Tabla 16: Proporciones de diseño de mezcla con la adición del 1% de fibra de vidrio para el concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	50
Tabla 17: Diseño de mezcla de concreto con la adición de la fibra de vidrio de 3% .....	51
Tabla 18: Proporciones de diseño de mezcla con la adición del 3% de fibra de vidrio para el concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	52
Tabla 19: Diseño de mezcla de concreto con la adición de la fibra de vidrio de 5% .....	53
Tabla 20: Proporciones de diseño de mezcla con la adición del 5% de fibra de vidrio para el concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	54
Tabla 21: Diseño de mezcla del concreto con la adición de 1% fibra de vidrio más 1% de la cal hidratada.....	55
Tabla 22: Proporciones de diseño de mezcla con la adición del 1% de fibra de vidrio más 1% de cal hidratada para el concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	56

Tabla 23: Diseño de mezcla del concreto con la adición de 3% fibra de vidrio más 5% de la cal hidratada.....	57
Tabla 24: Proporciones de diseño de mezcla con la adición del 3% de fibra de vidrio más 5% de cal hidratada para el concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	58
Tabla 25: Diseño de mezcla del concreto con la adición de 5% fibra de vidrio más 10% de la cal hidratada.....	59
Tabla 26: Proporciones de diseño de mezcla con la adición del 5% de fibra de vidrio más 10% de cal hidratada para el concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	60
Tabla 27: Comparación de las proporciones del diseño de mezcla patrón y la dosificación óptima de la adición de la fibra de vidrio y cal hidratada para el concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	60
Tabla 28: Ensayo de asentamiento de la mezcla con las diferentes adiciones....	62
Tabla 29: Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días con la adición de la fibra de vidrio.....	64
Tabla 30: Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días con la adición de la fibra de vidrio.....	65
Tabla 31: Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días con la adición de la fibra de vidrio.....	66
Tabla 32: Resistencia a la flexión del concreto a los 7 días con la adición de la fibra de vidrio.....	68
Tabla 33: Resistencia a la flexión del concreto a los 14 días con la adición de la fibra de vidrio.....	69
Tabla 34: Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días con la adición de la fibra de vidrio.....	69
Tabla 35: Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días con la adición de la fibra de vidrio más la cal hidratada.....	72
Tabla 36: Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días con la adición de la fibra de vidrio más la cal hidratada.....	72
Tabla 37: Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días con la adición de la fibra de vidrio más la cal hidratada.....	73
Tabla 38: Resistencia a la flexión del concreto a los 7 días con la adición de la fibra de vidrio más la cal hidratada.....	76

Tabla 39: Resistencia a la flexión del concreto a los 14 días con la adición de la fibra de vidrio más la cal hidratada.....	76
Tabla 40: Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días con la adición de la fibra de vidrio más la cal hidratada.....	77
Tabla 41: Especificaciones del pavimento convencional.....	82
Tabla 42: Resumen de cantidades de recursos requeridos para un pavimento rígido convencional .....	82
Tabla 43: Panilla del resumen de metrados del pavimento convencional .....	83
Tabla 44: Especificaciones del pavimento rígido con la adición óptima del 3% de fibra de vidrio más 5% de la cal hidratada.....	84
Tabla 45: Resumen de cantidades de recursos requeridos para un pavimento rígido con la adición óptima del 3% de fibra de vidrio .....	84
Tabla 46: Resumen de cantidades de recursos requeridos para un pavimento rígido con la adición óptima del 3% de fibra de vidrio más 5% de la cal hidratada .....	85
Tabla 47: Panilla del resumen de metrados del pavimento rígido con la adición óptima de los materiales empleados el 3% de fibra de vidrio – 3% fibra de vidrio más 5% de la cal hidratada .....	86
Tabla 48: Resumen del presupuesto del pavimento rígido convencional.....	87
Tabla 49: Resumen del presupuesto del pavimento rígido con la adición óptima del 3% de fibra de vidrio.....	88
Tabla 50: Resumen del presupuesto del pavimento rígido con la adición óptima del 3% de fibra de vidrio más 5% de la cal hidratada.....	89
Tabla 51: Resumen de la diferencia de costos ente el pavimento rígido convencional y el pavimento rígido con la adición óptima de la fibra de vidrio más la cal hidratada.....	90
Tabla 52: Resumen de la diferencia de costos ente el pavimento rígido convencional y el pavimento rígido con la adición óptima de la fibra de vidrio más la cal hidratada.....	90
Tabla 53: Comparación de resultados de la investigación y Garcia (2017).....	92
Tabla 54: Comparación de resultados de la investigación y Pacco (2016) .....	92
Tabla 55: Comparación de resultados de la investigación y Vandevyvere, Sierens, Verstryngge, Vandewalle y Li (2019).....	94

Tabla 56: Comparación de resultados de la investigación y Lucian, Nicolina, Tuns, Roxana y George (2021) .....	96
Tabla 57: Comparación de resultados de la investigación y Beires, Miguel y Lorena (2019).....	96
Tabla 58. Módulo de rotura según el tipo de pavimento.....	112
Tabla 59: Materiales comunes de la matriz polimétrica en la fibra de vidrio .....	112
Tabla 60: Propiedades mecánicas de los tipos de Fibra de Vidrio.....	112
Tabla 61: Propiedades mecánicas entre la fibra de vidrio E y S.....	113
Tabla 62: Comparación de propiedades mecánicas entre la fibra de vidrio y la fibra de queratina .....	113
Tabla 63: Incidencia de la fibra de vidrio en el concreto a la resistencia de la compresión.....	113
Tabla 64: Composiciones químicas del Porcentaje en peso de la cal.....	114
Tabla 65: Tabla de retención máxima por tamiz.....	114
Table 66: Propiedades físicas del cemento.....	114
Tabla 67: Condiciones granulométricas para el agregado fino .....	115
Tabla 68: Condiciones granulométricas para el agregado grueso .....	115

## Índice de figuras

Figura 1: Procedimiento de la realización de los ensayos.....	28
Figura 2. Mapa de ubicación Lima. ....	31
Figura 3: Ensayo de granulometría. ....	33
Figura 4: Curva granulométrica del agregado fino. ....	34
Figura 5: Proceso de secado, para obtener el contenido de humedad. ....	35
Figura 6: Curva granulométrica del agregado grueso. ....	37
Figura 7: Procedimiento para obtener el peso específico y absorción de la arena. .....	43
Figura 8: Procedimiento para obtener el peso específico y absorción del agregado grueso. ....	45
Figura 9: Asentamiento del concreto.....	62
Figura 10: Procedimiento del Ensayo del cono de Abrams.....	62
Figura 11: Ensayo de asentamiento de los diferentes diseños de mezcla. ....	63
Figura 12: Probetas con la adición de la fibra de vidrio, en proceso a rotura. ....	64
Figura 13: Resistencia a la compresión promedio del concreto con la adición de la fibra de vidrio.....	66
Figura 14: Gráfico línea de resistencias a la compresión promedio del concreto con la adición de la fibra de vidrio. ....	67
Figura 15: Resistencia a la flexión promedio del concreto con la adición de la fibra de vidrio.....	70
Fuente: elaboración Propia. ....	70
Figura 16: Gráfico línea de Resistencia a la flexión promedio del concreto con la adición de la fibra de vidrio.....	71
Figura 17: Resistencia a la compresión promedio del concreto con la adición de la fibra de vidrio más cal hidratada.....	74
Figura 18: Gráfico lineal de resistencias a la compresión promedio del concreto con la adición de la fibra de vidrio más cal hidratada. ....	75
Figura 19: Resistencia a la flexión promedio del concreto con la adición de la fibra de vidrio más cal hidratada.....	78
Figura 20: Gráfico Lineal de resistencia a la flexión promedio del concreto con la adición de la fibra de vidrio más cal hidratada.....	79

figura 21: Gráfico Lineal de comparación de resistencia a la flexión promedio del concreto con la adición de la fibra de vidrio - fibra de vidrio más cal hidratada....	80
Figura 22: Gráfico lineal de comparación de resistencia a la flexión promedio del concreto con las dosificaciones óptimas de la adición de la fibra de vidrio - fibra de vidrio más cal hidratada. ....	80
Figura 23: Gráfico lineal de comparación de resistencia a la flexión promedio del concreto con las dosificaciones óptimas de la adición de la fibra de vidrio - fibra de vidrio más cal hidratada. ....	81
Fuente: elaboración Propia. ....	81
Figura 24: Distribución del peso en la capa de rodadura. ....	116
Figura 25: Corte transversal de un pavimento rígido.....	116
Figura 26: Tipos de pavimentos reforzados y no reforzados.....	116
Figura 27: Edificación del pavimento rígido en la Avenida Venezuela 1922. ....	117
Fuente: elaboración Propia. ....	117
Figura 28: Edificación del pavimento rígido en la Vía Expresa.....	117
Fuente: elaboración Propia. ....	117
Figura 29: Juntas en el pavimento. ....	117
Fuente: elaboración Propia. ....	117
Figura 30. Fibra de vidrio continuas. ....	118
Fuente: elaboración Propia. ....	118
Figura 31: Fibra de vidrio discretas. ....	118
Fuente: elaboración Propia. ....	118
Figura 32: Fibra de vidrio de tela tejidas. ....	118
Fuente: elaboración Propia. ....	118
Figura 33: Proceso del ensayo de los análisis granulométricos de los agregados finos y gruesos. ....	136
Figura 34: Proceso de pesado, para obtener el contenido de humedad de la grava y arena. ....	136
Figura 35: Proceso de secado, para obtener el contenido de humedad de la grava y arena. ....	137
Figura 36: Peso específico y absorción del agregado grueso.....	137
Figura 37: Peso específico y absorción del agregado fino. ....	138
Figura 38: Molde del probetas y viga empleados en el desarrollo del proyecto. ....	138

Figura 39: Mezcladora empleada en el laboratorio para la combinación de materiales.....	139
Figura 40: Material grueso y fino empleados para el desarrollo del proyecto. ...	139
Figura 41: Cal hidratada y Fibra de vidrio empleados para el desarrollo del proyecto.....	140
Figura 42: Agua y cemento empleados para el desarrollo del proyecto.....	140
Figura 43: cono de abramos y balanza empleados para el desarrollo del proyecto. ....	141
Figura 44: Máquina de comprensión y flexión empleada para el desarrollo del proyecto.....	141
Figura 45: Peso de las cantidades de material grueso y fino estipulados en el diseño de mezcla. ....	142
Figura 46: Peso de las cantidades de fibra de vidrio y cal hidratada estipulados en los diseños de mezcla. ....	142
Figura 47: Peso de las cantidades de agua y cemento estipulados en el diseño de mezcla.....	143
Figura 48: Proceso mezclado de materiales y adición de la fibra de vidrio y cal hidratada. ....	143
Figura 49: Proceso de chazado y vaciado en las probetas y moldes de vigas para las diferentes edades y adiciones de la fibra de vidrio- fibra de vidrio más cal hidratada. ....	144
Figura 50: Procesos del ensayo de cono de habrâma para determinar el asentamiento del concreto en la adición del 1% de fibra de vidrio. ....	144
Figura 51: Procesos de medición del asentamiento del concreto en la adición del 1% de fibra de vidrio.....	145
Figura 52: Procesos de medición del asentamiento del concreto en la adición del 1% de fibra de vidrio y vaciado en el molde de viga de concreto para las edades de 7, 14 y 28 días.....	145
Figura 53: Procesos de medición del asentamiento del concreto en la adición del 3% de fibra de vidrio y vaciado en el molde de viga de concreto para las edades de 7, 14 y 28 días.....	146

Figura 54: Procesos de medición del asentamiento del concreto en la adición del 5% de fibra de vidrio y vaciado en el molde de viga de concreto para las edades de 7, 14 y 28 días.....	146
Figura 55: Procesos de medición del asentamiento del concreto en la adición del 1% de fibra de vidrio más el 1% de cal hidratada y el vaciado en el molde de viga de concreto para las edades de 7, 14 y 28 días.....	147
Figura 56: Procesos de medición del asentamiento del concreto en la adición del 3% de fibra de vidrio más el 5% cal hidratada, como también la adición del 5% y 10% y el vaciado en los moldes de viga de concreto para las edades de 7, 14 y 28 días. ....	147
Figura 57: Proceso de curado para las probetas y vigas de concreto para las edades de 7,14 y 28 días. ....	148
Figura 58: Rotura de la viga de la muestra patrón y con la adición del 1% de fibra de vidrio en la edad de 7 días. ....	148
Figura 59: Rotura de las vigas con la adición del 1% de fibra de vidrio en las edades de 14 y 28 días. ....	149
Figura 60: Rotura de la probeta de la muestra patrón y con la adición del 1% de fibra de vidrio en la edad de 7 días ....	149
Figura 61: Rotura de las probetas con la adición del 1% de fibra de vidrio en las edades de 14 y 28 días. ....	150
Figura 62: Rotura de la viga de la muestra patrón y con la adición del 3% de fibra de vidrio en la edad de 7 días. ....	150
Figura 63: Rotura de las vigas con la adición del 3% de fibra de vidrio en las edades de 14 y 28 días. ....	151
Figura 64: Rotura de la probeta de la muestra patrón y con la adición del 3% de fibra de vidrio en la edad de 7 días. ....	151
Figura 65: Rotura de las probetas con la adición del 3% de fibra de vidrio en las edades de 14 y 28 días. ....	152
Figura 66: Rotura de la viga de la muestra patrón y con la adición del 5% de fibra de vidrio en la edad de 7 días. ....	152
Figura 67: Rotura de las vigas con la adición del 5% de fibra de vidrio en las edades de 14 y 28 días. ....	153



Figura 68: Rotura de la probeta de la muestra patrón y con la adición del 5% de fibra de vidrio en la edad de 7 días. ....	153
Figura 69: Rotura de las probetas con la adición del 5% de fibra de vidrio en las edades de 14 y 28 días. ....	154
Figura 70: Rotura de las vigas patrón y además con la adición del 1% de fibra de vidrio más el 1% de cal hidratada el cual sustituye parcial mente al cemento en las edades de 7 días. ....	154
Figura 71: Rotura de las vigas con la adición del 1% de fibra de vidrio más el 1% de cal hidratada el sustituye parcial mente al cemento en las edades de 14 y 28 días. ....	155
Figura 72: Rotura de las probetas con la adición del 1% de fibra de vidrio más 1% de cal hidratada el cual sustituye parcial mente al cemento en las edades de 7 y 28 días. ....	155
Figura 73: Rotura de las probetas de las muestras patrón y con la adición del 1% de fibra de vidrio más 1% de cal hidratada el cual sustituye parcial mente al cemento en las edades de 14 días. ....	156
Figura 74: Rotura de las vigas patrón y además de las adiciones del 3% de fibra de vidrio más el 5% de cal hidratada el cual sustituye parcial mente al cemento en la edad de 7 días. ....	156
Figura 75: Rotura de las vigas con la adición del 3% de fibra de vidrio más el 5% de cal hidratada el cual sustituye parcial mente al cemento en las edades de 14 y 28 días. ....	157
Figura 76: Rotura de las probetas con la adición del 3% de fibra de vidrio más 5% de cal hidratada el cual sustituye parcial mente al cemento en las edades de 14 y 28 días. ....	157
Figura 77: Rotura de las probetas de la muestra patrón y de la adición del 3% de fibra de vidrio más 5% de cal hidratada el cual sustituye parcial mente al cemento en la edad de días. ....	158
Figura 78: Rotura de las vigas con la adición del 5% de fibra de vidrio más el 10% de cal hidratada el cual sustituye parcial mente al cemento en las edades de 7 y 14 días. ....	158

Figura 79: Rotura de las vigas patrón y además de las adiciones del 5% de fibra de vidrio más el 10% de cal hidratada el cual sustituye parcial mente al cemento en la edad de 28 días. ....	159
Figura 80: Rotura de las probetas con la adición del 5% de fibra de vidrio más 10% de cal hidratada el cual sustituye parcial mente al cemento en las edades de 7 y 14 días. ....	159
Figura 81: Rotura de las probetas de las muestras patrón y con la adición del 5% de fibra de vidrio más 10% de cal hidratada el cual sustituye parcial mente al cemento en la edad de 28 días. ....	160

## Resumen

La tesis presentada lleva por título “Incidencia en las propiedades mecánicas del pavimento rígido adicionando fibra de vidrio – fibra de vidrio más cal hidratada que sustituirá parcialmente al cemento, Lima 2020”, cuyo objetivo es analizar la adición de la fibra de vidrio – fibra de vidrio más cal hidratada que sustituirá parcialmente al cemento en las propiedades mecánicas del pavimento rígido. La investigación es de un enfoque cuantitativo, tipo aplicada, nivel explicativo y un diseño cuasiexperimental. Debido que, la población está conformada por el laboratorio JJ Geotécnica, cuya muestra está constituida por 126 muestras y un muestreo no probabilístico.

Se realizaron ensayos cuyos resultados arrojaron que la adición de fibra de vidrio incrementa las resistencias a la compresión y flexión de las propiedades mecánicas del pavimento rígido ante la adición de 3%, asimismo se evaluó la implementación de fibra de vidrio más cal hidratada, donde la adición de estos dos materiales intensifica las resistencias ante los esfuerzos por compresión y flexión en la inclusión del 3% y 5% respectivamente. Finalmente se concluye que la adición de fibra de vidrio y fibra de vidrio más cal hidratada es de beneficio, dado que mejoran las propiedades mecánicas del pavimento rígido.

**Palabras clave:** Fibra de vidrio, cal hidratada, Resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

## **Abstract**

The thesis presented is entitled "Impact on the mechanical properties of rigid pavement by adding fiberglass - fiberglass plus hydrated lime that will partially replace cement, Lima 2020", whose objective is to analyze the addition of fiberglass - fiber glass plus hydrated lime that will partially replace cement in the mechanical properties of the rigid pavement. The research has a quantitative approach, applied type, explanatory level and quasi-experimental design. Since the population is made up of the JJ Geotécnica laboratory, whose sample is made up of 126 samples and a non-probabilístico sample.

Therefore, tests were carried out whose results showed that the addition of fiberglass increases the resistance to compression and flexion of the mechanical properties of the rigid pavement before the addition of 3%, as well as the evaluation of the implementation of more hydrated glass. of fiber, from where the addition of these materials intensifies the resistance to spillage by compression and bending in the inclusion of 3% with 5% respectively, finally it is concluded that the addition of fiberglass and this same material but hydrated lime are beneficial as they improve the mechanical properties of rigid pavement.

**Keywords:** Fiberglass, hydrated lime, compressive strength, flexural strength.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La realidad problemática, se ve canalizada en el aspecto mundial, siendo las carreteras, las vías más empleadas como medio de conexión de un país, brindando una superficie adecuada con una buena calidad de manejo. Según Minaya y Ordoñez (2006) señalan que "la capa de rodamiento proporciona una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color adecuado, que debe resistir los efectos abrasivos provenientes del tránsito y medio ambiente" (p. 2). Por tanto, el objetivo del pavimento es transmitir las cargas a sus demás capas, lo cual evita la presencia de severidades a causa del esfuerzo a compresión y flexión. Por esto, algunos países sudamericanos están implementando vías rígidas, puesto que cuenta con mejores propiedades mecánicas, una mayor vida útil, siendo su mantenimiento menos costoso, distribuyendo y absorbiendo mejor las cargas.

A nivel nacional, se puede observar que la mayoría de vías implementadas son a base de pavimento flexible, de las cuales según estudios la mayor parte se encuentran en un estado desfavorable, siendo Breña, La Victoria, Independencia y Los Olivos, los distritos más afectados de la ciudad de Lima, generando malestar en la población, ya que debido a esto ocurren muchos accidentes, que comparándolas con las vías rígidas implementadas, estas siguen satisfaciendo las necesidades de los usuarios, un claro ejemplo son las vías del metropolitano. Sin embargo, este a su vez presentan en su mayoría fallas por fisuramiento, el cual es un problema muy serio, puesto que afectan a la durabilidad del concreto.

La presencia de fisuras en el pavimento de hormigón es producida por las diferentes cargas a las que están sometidas como: a la retracción de su material por el que está conformado; a los gradientes térmicos, el cual genera alveos; a los empujes de sus losas a causa de la dilatación y a los esfuerzos por compresión y flexión que son sometidos producto al tránsito. Aparte la aparición de las fisuras, es una vía de entrada a agentes externos que pueden atacar al concreto y su base, lo que causa bombeo de finos y escalonamiento de las losas. Por ello, el objetivo de un buen diseño de pavimento rígido es evitar la fisuración, ya que esta generaría un problema en la uniformidad del pavimento, en la rodadura y el confort de vehículos y personas que circulan en la vía. Debido a ello, se busca aumentar la resistencia de las propiedades mecánicas del pavimento rígido con la adición de materiales compuestos, uno de ellos es la fibra de vidrio, la cual mejorará la resistencia al

impacto y a la flexión; por otro lado, la cal hidratada incrementa la impermeabilidad del concreto, hace que este sea más compacto debido a que sus partículas son más finas que las del cemento, rellenando los vacíos que esta deja, reduciendo significativamente los costos de construcción. A su vez ambos materiales evitan los agrietamientos y ayudan a la estructura a soportar variaciones de temperatura, contrarrestando y minimizando las deficiencias por fisuramiento. Por lo tanto, en la presente investigación, se reemplazó el uso del pavimento rígido convencional, por un pavimento rígido con implementación de la fibra de vidrio, asimismo también se analizó el pavimento con la adición de la fibra de vidrio más la cal hidratada, siendo este elemento el cual sustituirá en pequeños porcentajes al cemento, planteándose así el siguiente problema general: ¿De qué manera la adición de la fibra de vidrio – fibra de vidrio más cal hidratada que sustituirá parcialmente al cemento, mejoraran las propiedades mecánicas del pavimento rígido, Lima 2020? De igual forma se plantean los siguientes problemas específicos: ¿De qué manera la adición de la fibra de vidrio mejorara las propiedades mecánicas del pavimento rígido, Lima 2020? ¿De qué manera la adición de la fibra de vidrio más cal hidratada, mejoraran las propiedades mecánicas del pavimento rígido, Lima 2020? ¿De qué manera la adición de la fibra de vidrio incidirá en el costo de un pavimento rígido, Lima 2020? ¿De qué manera la adición de la fibra de vidrio más cal hidratada incidirá en el costo de un pavimento rígido, Lima 2020? Se justifica la investigación, en base a la realidad problemática, en la cual el pavimento rígido presenta fallas por fisuramiento buscando así, mejorar sus propiedades y contrarrestar estas deficiencias, a su vez se planteó analizar al pavimento rígido con la adición de la fibra de vidrio, asimismo a esta composición se le añadió la cal hidrata, siendo este material el que se sustituyó en pequeñas porciones al cemento. En relación a la justificación teórica; la información lograda y procesada respaldará como sustento para esta y futuras investigaciones, brindando un aporte importante en la infraestructura vial. Este proyecto resulta significativo, ya que daría a conocer las ventajas y beneficios técnicos al adicionar la fibra de vidrio, fibra de vidrio más cal hidratada. Además, en el transcurso de la presente investigación, se tiene como propósito corroborar y reafirmar las diversas teorías y prácticas relacionadas con la implementación de estos dos materiales. En relación a la justificación práctica; el trabajo de investigación aporta significativamente a los ingenieros civiles enfocados en las

construcciones viales, como también busca recalcar la importancia de mejorar las propiedades en el pavimento, para evitar las diversas fallas que presentan las vías rígidas. En relación a la justificación económica; La investigación tuvo como finalidad disminuir los costos de construcción del pavimento rígido y el mantenimiento de las vías, mediante la sustitución parcial del cemento por la cal hidratada, siendo que comparando precios esta última es más rentable, a su vez al mejorar sus propiedades, estas presentarán menos fallas a corto plazo, y por ende se reducirán el número de mantenimientos. En el aspecto ambiental, se propuso la implementación de un pavimento rígido con la adición de dos materiales compuestos naturales, estos a su vez minimizaría las reconstrucciones de las vías y el mantenimiento de estos, y así se generaría menos desechos de materiales de construcción y desmontes. De esta manera, se logrará beneficiar a la mitigación ambiental, y contribuir con su impacto. Por ello, el objetivo general de la investigación es, analizar la adición de la fibra de vidrio – fibra de vidrio más cal hidratada que sustituirá parcialmente al cemento en las propiedades mecánicas del pavimento rígido, Lima 2020. Cuyos objetivos específicos son, determinar la adición de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del pavimento rígido, Lima 2020. Determinar la adición de la fibra de vidrio más cal hidratada en las propiedades mecánicas del pavimento rígido, Lima 2020. Determinar la adición de la fibra de vidrio en el costo de un pavimento rígido, Lima 2020. Determinar la adición de la fibra de vidrio más cal hidratada en el costo de un pavimento rígido, Lima 2020. Por ende, la hipótesis general de investigación es, La adición de la fibra de vidrio – fibra de vidrio más cal hidratada que sustituirá parcialmente al cemento mejoran significativamente las propiedades mecánicas del pavimento rígido, Lima 2020. De lo cual las hipótesis específicas son, La adición de la fibra de vidrio mejora significativamente el esfuerzo a la flexión del pavimento rígido, Lima 2020. La adición de la fibra de vidrio más cal hidratada mejoran significativamente el esfuerzo a la flexión del pavimento rígido, Lima 2020. La adición de la fibra de vidrio influye positivamente en el costo de un pavimento rígido, Lima 2020. La adición de la fibra de vidrio más cal hidratada influyen positivamente en el costo de un pavimento rígido, Lima 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

En relación con los estudios e investigaciones internacionales y nacionales, Esta investigación está respaldada por los siguientes antecedentes:

Antecedentes Nacionales; García (2017), presenta la tesis denominada “Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210 \text{ KG/cm}^2$  en la ciudad de Puno” cuyo propósito fue evaluar la resistencia a la compresión del concreto normal  $f'c_{210 \text{ KG/cm}^2}$  con incorporación de fibras de vidrio y costo de producción. En razón a la metodología, es de tipo aplicada, de nivel descriptivo y un diseño experimental. En el cual, se obtuvieron resultados a la resistencia a la compresión para las edades de 7, 14 y 28 días, en la muestra patrón se obtuvo:  $140.03 \text{ kg/cm}^2$ ,  $184.00 \text{ kg/cm}^2$ ,  $214 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, al adicionar 0.025% de fibra de vidrio:  $149.38 \text{ kg/cm}^2$ ,  $196.41 \text{ kg/cm}^2$ ,  $229.17 \text{ kg/cm}^2$ , con la inclusión 0.075%:  $143.16 \text{ kg/cm}^2$ ,  $188.38 \text{ kg/cm}^2$ ,  $219.17 \text{ kg/cm}^2$ , incorporando 0.125%:  $141.89 \text{ kg/cm}^2$ ,  $186.27 \text{ kg/cm}^2$ ,  $217.6 \text{ kg/cm}^2$ . Donde los respectivos ensayos arrojaron que en la resistencia a la compresión mejora en un  $19.17 \text{ kg/cm}^2$  con la adición de 0.025% del material empleado para el concreto  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Pacco (2016), exhibe la tesis titulada “Efecto de la adición de cal en la resistencia a la compresión de un concreto” contando con como objetivo principal determinar la influencia del mineral cal en la producción de concretos. Con relación a la metodología, es de tipo aplicada, de nivel descriptivo y un diseño experimental. Encontrando resultados a la resistencia a la compresión para las edades de 7, 14 y 28 días, en la muestra patrón se obtuvo:  $130.40 \text{ kg/cm}^2$ ,  $146.91 \text{ kg/cm}^2$ ,  $200.19 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, al adicionar 5% de fibra de vidrio:  $113.42 \text{ kg/cm}^2$ ,  $136.05 \text{ kg/cm}^2$ ,  $203.12 \text{ kg/cm}^2$ , con la inclusión 10%:  $72.94 \text{ kg/cm}^2$ ,  $89.38 \text{ kg/cm}^2$ ,  $102.24 \text{ kg/cm}^2$ , incorporando 15%:  $56.47 \text{ kg/cm}^2$ ,  $66.85 \text{ kg/cm}^2$ ,  $79.14 \text{ kg/cm}^2$ . Se concluyó, que la implementación de la cal en la dosificación del 5% es tolerable, pero teniendo en cuenta que modifica en un mínimo porcentaje la resistencia del concreto, esto lleva a reducir los costos de las edificaciones empleando este material.

Mantilla (2017), exhibe el proyecto de indagación titulada “Influencia de la fibra de vidrio tipo E en las propiedades mecánicas resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ” en el cual presentan el objetivo general de la tesis, determinar la influencia de la fibra de vidrio tipo E del concreto  $F'C 210 \text{ kg/cm}^2$ . Con respecto a la metodología, es aplicada, con un nivel correlacional y de un diseño



no experimental correlacional. En el cual, se obtuvieron resultados a la resistencia a la compresión para las edades de 3, 14 y 28 días, en la muestra patrón se obtuvo: 180.06 kg/cm<sup>2</sup>, 245.76 kg/cm<sup>2</sup>, 263.28 kg/cm<sup>2</sup>, al adicionar 1% de fibra vidrio: 204.20 kg/cm<sup>2</sup>, 244.23 kg/cm<sup>2</sup>, 270.64 kg/cm<sup>2</sup>, al adicionar 3%: 142.56 kg/cm<sup>2</sup>, 266.09 kg/cm<sup>2</sup>, 274.90 kg/cm<sup>2</sup> y con la inclusión de 5%: 109.68 kg/cm<sup>2</sup>, 181.12 kg/cm<sup>2</sup>, 215.37 kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo, para la resistencia a la flexión, las roturas alcanzaron los siguientes valores, el patrón: 2 Mpa, 2.28 Mpa, 3.68 Mpa, al adicionar 1%: 2.1 Mpa, 2.9 Mpa, 3.55 Mpa, al adicionar 3%: 2.2 Mpa, 3.1 Mpa, 3.81 Mpa y con la inclusión de 5%: 1.58 Mpa, 2.3 Mpa, 2.83 Mpa. Donde se concluye que en la implementación de la dosificación del 3% de fibra vidrio incrementa de un modo relevante la firmeza del concreto en la compresión y flexión para una resistencia de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

Antecedentes Internacional; Beires, De Sousa y Da Silva (2019), dan a conocer su artículo científico "Influencia da cal hidratada na massa de concreto convencional", donde el objetivo principal era demostrar que el uso de la cal hidratada no es perjudicial para la resistencia del hormigón como otros productos utilizados en la construcción. Alusivo a la metodología es diseño experimental. En el que, manifestaron resultados a la resistencia de la compresión para las edades de 3, 7, 28, 90 y 130 días, en la muestra patrón se obtuvo: 17.1 Mpa, 24.1 Mpa, 35.8 Mpa, 40.5 Mpa, 43.8 Mpa respectivamente, al adicionar 5% de fibra de vidrio: 13.5 Mpa, 22.9 Mpa, 28.4 Mpa, 33.6 Mpa, 36.9 Mpa, con la inclusión 10%: 14.2 Mpa, 24.8 Mpa, 27.4 Mpa, 31 Mpa, 34.5 Mpa, incorporando 20%: 14.8 Mpa, 25.2 Mpa, 29.4 Mpa, 33.3 Mpa, 35.2 Mpa. En resumen, La implementación de la cal hidratada favorece en todas las dosificaciones desde los 90 y 130 días en la resistencia a la compresión, de la cual la adición del 5% es el más favorable para una resistencia de 30 Mpa.

Chaitanya, Abhilash, Khasim, Manikanta y Taraka (2016), con su artículo titulada "Experimental studies on glass fiber concrete" en el cual dispone como propósito Analizar los estudios experimentales sobre hormigón de fibra de vidrio. En el cual, se obtuvieron resultados a la resistencia a la compresión para las edades de 7 y 28 días, en la adición del 0.5% de fibra de vidrio, se obtuvo: 17.7 N/mm<sup>2</sup>, 27.06 N/mm<sup>2</sup>, respectivamente, al adicionar 1%: 20.76 N/mm<sup>2</sup>, 28.46 N/mm<sup>2</sup>, con la inclusión 2%: 19.64 N/mm<sup>2</sup>, 26.98 N/mm<sup>2</sup> e incorporando 3%: 18.4 N/mm<sup>2</sup>, 26.108 N/mm<sup>2</sup>.

Asimismo, en la resistencia a la flexión, las roturas lograron los siguientes valores en las edades de 7 y 28 días, al 0.5%: 1.42 N/mm<sup>2</sup>, 2.45 N/mm<sup>2</sup>, con el 1%: 1.47 N/mm<sup>2</sup>, 2.94 N/mm<sup>2</sup>, con el 2%: 1.3 N/mm<sup>2</sup>, 2.6 N/mm<sup>2</sup> y al incluir 3% dosificación: 1.28 N/mm<sup>2</sup>, 2.45 N/mm<sup>2</sup>. Donde los respectivos ensayos arrojaron que en la resistencia a la compresión y flexión mejoran en el 1% de la adición con 28.46 N/mm<sup>2</sup> y 2.94 N/mm<sup>2</sup> correspondientemente a la edad de 28 días.

Vandevyvere, Sierens, Verstryngge, Vandewalle y Li (2019), exhibe en el artículo de indagación titulada “Effect of glass fibres on the mechanical behaviour of concrete with recycled concrete aggregates (RCAs)” cuyo objetivo es, analizar a fondo de la influencia de la fibra de vidrio sobre el comportamiento mecánico del hormigón con RCA. Donde, se consiguieron resultados a la resistencia a la compresión para la edad de 28 días, en la muestra patrón se obtuvo: 54.6 Mpa, al adicionar 0.025% de fibra de vidrio: 56.1 Mpa, con la inclusión 0.50%: 59.3 Mpa, incorporando 0.75%: 59.8 Mpa. Lo mismo ocurre, en la resistencia a la flexión, las roturas lograron los siguientes valores en la edad de 28 días, en la muestra patrón: 3.1 Mpa, al adicionar 0.025%: 4.2 Mpa, al 0.5%: 4.0 Mpa y al incluir 0.75% de dosificación: 4.1 Mpa. Por último, se concluyó que, la adición mínima de la fibra de vidrio tiene influencias beneficiosas en el concreto, siendo así la proporción del 0.75% la que contribuiría mejor a la resistencia a la compresión, y con respecto a la flexión la adición del 0.25% es la más beneficiosa.

Ferreira, Da Silva, Heleonora y Da Costa (2018), presentan el artículo científico “Estudo da influênciã de cal hidratada na permeabilidade do concreto” en el cual, el objetivo del artículo científico, investigar la contribución de la adición de cal hidratada en la permeabilidad del hormigón. En el cual, se obtuvieron resultados a la resistencia a la compresión para la edad de 28 días, en la muestra patrón se obtuvo: 25.7 Mpa, al adicionar 0.2 kg de cal hidratada: 22.07 Mpa y con la inclusión de 0.5 kg: 17.47 Mpa. Por lo tanto, se concluye que en la implementación de la cal hidratada puede comprometer la resistencia a la compresión del concreto, debido que se aumenta la dosificación baja la resistencia.

Lucian, Nicolina, Tuns, Roxana y George (2021), contando como artículo de investigación “Determination of physicommechanical characteristics of the cement mortar with added fiberglass waste treated with hydrogen plasma”, donde el objetivo principal es determinar las características físicas, mecánicas del mortero con

residuos de fibra de vidrio añadidos tratados con plasmas de oxígeno. Encontrando resultados a la resistencia a la compresión para las edades de 2, 7 y 28 días, en la muestra patrón se obtuvo: 6.90 Mpa, 12.8 Mpa, 19.0 Mpa, respectivamente, al adicionar 3% de fibra de vidrio: 10 Mpa, 21 Mpa, 31.2 Mpa, al 6%: 10 Mpa, 21 Mpa, 27.3 Mpa y con la incorporando 10%: 11.2 Mpa, 21.3 Mpa, 26.8 Mpa. Por consiguiente, la implementación de la fibra de vidrio en la dosificación del 3% incrementa las propiedades del concreto en la compresión y flexión.

Ramírez (2019), en su explico en su tesis "Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras", en el que su objetivo principal es analizar el comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de diferentes materiales, para determinar que material genera un mejor comportamiento al ser ensayado a compresión y a flexión. Donde, se obtuvieron resultados a la resistencia a la compresión para las edades de 3, 14 y 28 días, en la muestra patrón se obtuvo: 2667.10 PSI, 3274,05 PSI, 3582.95 PSI y al adicionar 2,4 a 8 kg/m<sup>3</sup> de fibra de vidrio: 2940.46 PSI, 3005.90 PSI, 3616.54 PSI. Asimismo, para la resistencia a la flexión, las roturas alcanzaron los siguientes valores en las edades de 14 y 28 días, el patrón: 272.89 PSI, 587.69 PSI y al incluir la misma dosificación: 477.95 PSI, 567.10 PSI. Donde se concluye que en la dosificación implementada incrementa un poco a la firmeza del concreto en la compresión a los 28 días y con respecto a la flexión esta no es beneficiosa.

Las teorías que respaldaron esta investigación son: El pavimento, el cual está conformado por capas, cuya función primordial es brindar seguridad al tránsito vehicular como también a los peatones, satisfaciendo sus necesidades y otorgándoles una comodidad al transportarse de un lugar a otro, teniendo en cuenta que el costo de la construcción sea óptimo y que perdure toda su vida útil para la que fue diseñada. Las particularidades con las que debe contar, son una capa de rodadura uniforme, estable a las cargas del tránsito y a las acciones producidas por el clima.

De este modo Benites expone al respecto:

El pavimento se define como la serie de capas de materiales, donde las cargas son recibidas de forma directa y sean transmitidos en la capa interior con la finalidad de distribuirlo de manera uniforme. Proporciona a su vez una superficie de rodamiento, lo cual debe de ser rápido y cómodo en su operación (2001, pp.20).

Por último, las vías, son un organismo condescendido por diversas capas con la finalidad de resistir las cargas y que ellas sean distribuidas por todas las capas superficiales e interiores de una manera semejante visualizadas en la figura 24 en la parte de los anexos. Debido a ello, se deben ejecutar ensayos de suelo y de los materiales o componentes que influyen en la construcción del pavimento, los cuales deben de contar con una buena calidad y tener los requerimientos necesarios especificados en el MTC.

El pavimento rígido, también llamado pavimento de concreto, está compuesto por una losa de concreto sobre una sub-rasante natural, o en otros casos una base y sub-base no estabilizadas o estabilizadas con asfalto o cemento, ayudando a distribuir mejor las cargas producidas por el tránsito, debido a que las losas tienen la propiedad de transmitir las cargas de forma homogénea en dirección a las demás capas, lo que hace tener un buen sistema de distribución, reflejadas en la figura 25. La capa de rodadura del pavimento rígido, están formados por: reforzados; el cual consiste en la implementación de varillas de acero empleadas en las juntas como pasadores y también están las convencionales; tiene la particularidad de no contar con refuerzos y tener tramos de losas más cortas para evitar las erosiones y fatigas (Cogollo y Silva, 2018, p. 19).

Por lo mencionado, se comprende que existen dos maneras de diseñar los paños de los pavimentos rígidos representados en la figura 26, pero siempre teniendo en cuenta que estos estén dirigidos a los esfuerzos que se someterán para que de esta manera no presente fallas.

A partir de los años 20, la utilización de pavimentos rígidos en nuestro país era frecuente. La primera vez que se empleó, fue en la avenida Venezuela, después de esto se implementó en la vía expresa observadas en las figuras 27 y 28, a causa de que este tipo de pavimento perdura más en el tiempo, no presentaba fallas y el mantenimiento es más económico, pero teniendo en contra el costo de su construcción, a diferencia del pavimento flexible, por este motivo se dejó de utilizar. Una de las claras diferencias o comparaciones que se tiene es la vida útil de cada una de ellas, el pavimento flexible dura de 10 a 20 años, a comparación del pavimento rígido que perdura de 20 a 40 años, esto se debe a que la vía rígida requiere de poco mantenimiento. Pero siempre teniendo en cuenta las reparaciones en las juntas, puesto que es un factor importante para la preservación de su vida

utilidad (Morales,2004, p. 8). De lo expuesto, se comprende que las juntas son un factor importante para que el pavimento rígido perdure el tiempo diseñado, como también se mencionó anteriormente, este no requiere tanto mantenimiento, en algunos surgen reparaciones, debido a que las cargas van en dirección de ellas, una observación más directa en la figura 29.

Como ya se mencionó, los pavimentos rígidos cuentan con esa cualidad de transportar las cargas que producen las llantas de una manera homogénea, debido a la sobre carpeta, el cual tiene la capacidad de doblarse y resistir la flexión.

La carpeta de rodadura; es la parte más elevada del pavimento rígido, edificadas con reforzamientos de acero y simples de concreto, aportando que las cargas sean mínimas en las demás capas.

Sub-base o base; es la capa que soporta las cargas producidas por el tránsito, ayuda en el escurrimiento de las precipitaciones, siendo una capa uniforme y homogénea.

La sub-rasante; es la parte natural de la vía, es la cual soporta toda la estructura del pavimento, compuesta por material de banco con especificaciones aceptables y capacidades portantes necesarios para no generar fallas en el pavimento. Por ello se necesita requerimientos para su edificación como; equipos necesarios, un adecuado procedimiento, materiales con buenas distribuciones, dosificaciones correctas, juntas de concreto y sellos de juntas, estos proporcionarán un pavimento rígido estable a los esfuerzos a los que son sometidos. La carga por flexión es uno de esos esfuerzos, por ello se toma como prioridad en la resistencia del concreto frente al módulo de rotura o resistencia a la flexión, en donde se recomienda que el pavimento debe resistir valores en su módulo de rotura que se encuentran entre los 39.9 kg/cm<sup>2</sup> a 42 kg/cm<sup>2</sup> en 28 días de fraguado, estos dependerán en cuanto al uso de la vía, tabla 58.

Los pavimentos, están propensos a soportar cargas repetidas debido al tránsito, a diferencia de los edificios que soportan cargas estáticas y dinámicas. A consecuencia de esto, el pavimento solo puede contar con una utilidad de 20 a 40 años a las que fueron diseñadas, esto depende del uso que se le quiere dar, por eso existen diferentes tipos de cargas para el diseño: Las cargas concentradas, son cargas apoyadas en superficies pequeñas, por ejemplo, los postes. Las cargas vehiculares, son cargas producidas por vehículos que tienen mayor tonelaje, como

camionetas y camiones, es por ello se debe identificar el volumen del tráfico y la máxima carga por eje según los vehículos. Las cargas lineales, estas provienen de los muros de separación en las carreteras y son consideradas como cargas distribuidas y homogéneas. Las cargas distribuidas, son cargas que generan esfuerzos por flexión, un claro ejemplo se observa en los almacenes industriales, debido a ello, se debe tener en cuenta el área del terreno y la ubicación. Producto de todas estas cargas o esfuerzos a las que se somete el pavimento rígido, se presentan fallas y deterioros, como los escalonamientos; producto a la filtración del agua en la base, los agrietamientos en esquinas; producto a la erosión en la base y el agrietamiento transversal y longitudinal; causada por el mal dimensionamiento del ancho y largo de la losa. Debido a la procedencia de estas fallas, se da la necesidad de encontrar soluciones para combatir y minimizar estas deformaciones, es por ello que se estudia la manera de buscar componentes que contribuyan en las propiedades mecánicas, es así que se empleó la fibra de vidrio y la cal hidratada para reforzar estas propiedades del pavimento rígido.

La fibra de vidrio, es considerada un material estructural y compuesto, originado por la ausencia total del óxido de metales alcalinos, también, debido a la combinación de materiales; cal, magnesita, sílice y alúmina, generándose a consecuencia de la fundición de una varilla de vidrio y la mezcla con materias, las cuales se hilan para obtener esta materia, contando con tres configuraciones; fibras continuas, fibras discretas y fibras de tela tejida (Morales, 2008, p. 4).

En conclusión, la fibra de vidrio está conformado por diversos materiales, las cuales siguen una serie de procesos para la edificación de este material compuesto, donde podemos encontrar diferentes disposiciones y configuraciones de este material estructural que se observan en las figuras 30, 31 y 32.

Este material tiene características, como la de no presentar combustión frente al fuego, tener buena resistencia mecánica, tener impermeabilidad, no son químicamente estables, contar con buena flexión, una alta dureza, contar con baja densidad, no ser absorbentes y contar con una resistencia a la flexión y tensión (Águila, 2010, p.8).

Al respecto Martínez (2016), expresa que “Las fibras son adiciones que se mezclan en el hormigón para mejorar sus cualidades [...]” (p.7).

Una de las diferencias principales ante otras fibras, es que mejora en gran capacidad las propiedades del concreto y además el costo de sus materias son muy bajos (Stupenengo, 2011, p.11).

Al respecto Aperador, Delgado y Bautista (2010), mencionan que, al comparar la fibra de vidrio con la fibra de carbono, se verifica que el primer material “[...]es la más apropiada para este uso debido a su buen desempeño y bajo costo en comparación con la fibra de carbono debido a que el esfuerzo inducido fue superior en 2 veces el valor hallado [...]” (p. 67).

En conclusión, este material compuesto cuenta con muchas características, las cuales brindan y mejoran las propiedades ante otras fibras en la implementación en el concreto, como la impermeabilización ante la abrasión de la humedad, mejorar su rigidez a la flexión y a la tensión, plasmadas en la tabla 59, su bajo costo y además siendo esta la más empleada para mejorar al concreto, teniendo como antecedente que se han creado fibras de vidrio con una capacidad de resistencia de 5000 000 lb /pulg<sup>2</sup>, puesto que su resistencia se debe a su ductilidad de su matriz polimétrica, el cual se refleja al emplearse en el concreto mejorando esta capacidad y su tensión, para reducir las fisuras por la retracción.

La fibra de vidrio no solo cuenta con tres configuraciones, sino que también existen 5 diferentes tipos de este material las cuales tiene diversas propiedades mecánicas y características;

Los tipos de fibras de vidrio son: Fibra de vidrio E, Esta fibra es empleada desde el siglo 20 por sus propiedades dieléctricas, tiene como beneficio una baja densidad y la impermeabilización al momento de usarse en el concreto, se le puede encontrar con facilidad por su bajo costo, empleadas mayormente en resinas sintéticas y son resistentes a la tracción y a la flexión (Muñoz, 2007, p.15).

Fibra de Vidrio R, el tipo R es usada en la rama de la aeronáutica, debido a que debe contar con propiedades mecánicas más elevadas a causa de las fatigas, las altas temperaturas y la humedad (Olivares, Galán y Roa, 2003, p. 8).

También son empleadas en las autopistas de los aeropuertos, debido a la densidad baja con la que cuenta, en el recubrimiento de máquinas eléctricas de mayor resistencia, en tanques por no tener filtraciones y asimismo en los pavimentos de deportes, de recreaciones e industrias.

Fibra de vidrio D, Las fibras tipo D, tienen una mejor propiedad dieléctica que las de tipo E, ya que son diseñadas con una permeabilidad en ondas electromagnéticas. Son empleadas para la producción en vanos electromagnéticas y en las galletas de circuitos eléctricos (Muñoz, 2007, p. 15).

Fibra de vidrio C, los tipos C son empleadas necesariamente para prevenir la corrosión, ya que ayuda al recubrimiento de materiales como por ejemplo el recubrimiento de tuberías (Olivares, et al, 2003 p. 9). Tiene la característica de presentarse como mantas de diferentes espesores.

Fibra de vidrio AR, tiene como característica contar con altos contenidos de óxido de zirconio, en consecuencia, fue creada principalmente para fortificar al concreto mejorando su rigidez a los alcalinos, esta fibra beneficia en la resistencia a la tensión, en sus cualidades impermeables y en reducir el tiempo de fraguado del concreto, usadas en pisos, en modulaciones livianas y como recubrimiento (Muñoz, 2007, p. 15).

Al respecto Godoy (2015), menciona también que las fibras de vidrio “[...] tipo AR-glass, proporcionan alcaloides resistentes, con una densidad de 2,5 g/cm<sup>3</sup> y una longitud de 6cm” (p. 3).

Por lo expuesto anteriormente, se concluye que la fibra de vidrio presenta diversos tipos, las cuales cuentan con diversas cualidades, beneficios y características como la impermeabilidad, la resistencia al fuego, la resistencia a la tensión y protección acústica y cada una está dirigida a áreas específicas, como el recubrimiento, reducción del fraguado y en ventanas electromagnéticas reflejadas en la tablas 60 y 61, pero la más empleada en los pavimentos, son las de tipo AR, debido a que cuenta con resistencia a la torsión, ya que ellas están empleadas para reforzar el concreto.

La aplicación del acero en el concreto ha sido favorable para afrontar esta carencia, pero ello también trae desventajas como; un peso mayor de los elementos, el incremento en su sección y el precio elevado de la construcción. A consecuencia de este problema, surge la idea de la implementación de la fibra de vidrio, el cual presenta mejores beneficios a diferencia de otros materiales como fibra de queratina o de carbono en el hormigón, esta mejora sus cualidades mecánicas y aliviana su peso de la estructura asíéndolo resistente a los ambientes extremos. Según Euclid Group toxement menciona que “Las fibras cuentan con el soporte de



ingeniería necesario para definir las cuantías a utilizar en cada proyecto, en función de las cargas estructurales a las que estará sometido el concreto” (2016, p.4).

En conclusión, la fibra de vidrio mejora la rigidez del hormigón para poder precisar una mejor cuantía antes de diseñar la estructura, asíéndola resistente a cargas elevadas que, comparándolas con otras fibras como la queratina, esta es superior, visualizadas en la tabla 62.

En cuanto a su producción, la fabricación de la fibra de vidrio pasa por diversos procesos: La función; aquí se mezclan todas sus materias primas como la arena, el sodio, la piedra caliza y el cristal, el cual se somete a una temperatura de 1550 grados C. El fibrado; es cuando la fibra está en estado líquido, pasa por la hilera la cual está compuesta por pequeños agujeros dando esas características de fibras con diámetros de 14 y 20 micros, pasando después por el proceso de radiación y agua fría para su secado. Encimado; luego de salir del proceso de fibrado, la fibra no puede cohesionarse, no son rígidas a la abrasión y a los agentes químicos, para prevenir todos estos problemas, se reviste la fibra con un compuesto de agentes químicos nombrado como encimaje. Bobinado; es un proceso que consiste en estivar la fibra, lo que hace posible controlar la velocidad del bobinado. Secado; la fibra de vidrio recorre diversos procesos de secados para que este compuesto no contenga residuos de agua. Transformación final; en este proceso se verifica si la fibra cumple con las especificaciones correctas para el uso en el concreto

Influencia de la fibra en el concreto, el concreto es influenciado por las características que presenta la fibra, como en su longitud y su orientación. La longitud de la fibra interviene cuando el concreto es sometido a una carga o algún esfuerzo, reaccionando con una deformación para aumentar la rigidez del concreto, los cuales dependen del diámetro de la fibra, por lo que está relacionado a la longitud crítica con un valor de 1 mm. Para la orientación del concreto, se emplea fibras discontinuas y orientadas, por lo que logra una resistencia a la flexión favorable, un claro ejemplo se verá reflejado en la tabla 63, donde se encuentra 2 tipos de fibras; los whiskes, que son de pequeños diámetros con una alta resistencia ya que no presentan defectos y los alambres, que contienen anchos diámetros empleados en el acero y los poliméricos.

Empleo y uso, la utilización de este compuesto en el concreto comenzó en los años 40 en el Reino Unido, empleándolos en paneles y fachadas. Las fibras de vidrio se

emplean como apoyo de un sistema, como por ejemplo en el plástico, el metal y el concreto. Según Landa, las fibras de vidrio pueden ser aplicados en:

[...]En diversas construcciones sometidas a las acciones de ambientes agresivos, plataformas marinas, depósitos, anclajes al terreno, construcciones no conductivas y no magnéticas, refuerzos de estructuras, armaduras pasivas, armaduras activas, cables, recubrimiento de túneles y parcelas Empleada también como aislantes térmicos y usados en campos eléctricos. (2002, p.7).

Una de las configuraciones de la fibra de vidrio, es que esta es tejida o también llamada lana de vidrio, son empleadas como recubrimientos para materiales eléctricos, en filtros químicos y en aislamientos térmicos y acústicos en la construcción, resistiendo 400 grados c.

Cal hidratada, La cal hidratada o hidróxido de calcio, está conformada por propiedades en polvo, teniendo como característica principal el color blanco y en ocasiones es incoloro e inoloro. Producida por los sobrantes de diversos atributos las cuales brindan mayor trabajabilidad y retención de agua, disminuyendo su flexibilidad y aumentando su rigidez (Looney y Pavia, 2015. p. 2). La naturaleza que lo caracteriza es derivada del sodio y carburo de calcio. Ante lo expuesto Higuera, Gómez y Pardo mencionan que:

El hidróxido de calcio son esencias en forma de polvorienta llega a tener la propiedad de poder mezclarse con agua solo relativamente [...] tiene la característica de secado, por ello es utilizado para unir de manera efectiva generándose de esta forma como pasta debido a la interacción del agua (2012, p. 27).

Por consiguiente, la cal hidratada cuenta con una variedad de propiedades, como las físicas y mecánicas, a causa de su contextura por las diversas propiedades que manifiestan, la cual abarca en mejorar la rigidez a la compresión del hormigón.

Son empleadas mayormente en el área de saneamiento, para ayudar a tratar las aguas servidas, desinfectándolas, evitar la corrosión de tuberías y repeler los malos olores, como también empleado en la salud dental y otras áreas.

La cal hidratada está constituida por diversas propiedades químicas, una de ellas el óxido de calcio. Su naturaleza está compuesta por la piedra caliza, debido a sus propiedades. Los diversos cambios que padecen, son causados por las variaciones que sufren las piedras a causa de su estructura, las cuales están estandarizadas en niveles; hidráulicos y cálcicos (Oxical, 2017, p. 5). Por ello se presentan diversas cales para distintas áreas. Teniendo como simbología:

CaO que significa Oxido + Calcio  $\rightarrow$  CaO

Óxido de magnesio, Presentada como magnesia, debido a que está compuesta por agentes químicos de espectro blanco. Derivado de manera natural por el contacto con el oxígeno del aire. Por el cual, el óxido de magnesio se produce ante la exposición a diversas temperaturas, pero varía en sus cualidades debido a los cambios de temperaturas repercutiendo de esa manera en sus atributos (Galán y Velázquez, 2011, p. 95). Teniendo como simbología:

MgO lo cual significa Mg + O  $\rightarrow$  MgO

Óxido de silicio, Exhibida también como sílice, compuesta por arena y minerales, además está presente en el cuarzo, contando con la capacidad de absorción, conformado desde pequeños granos de colores variados; blancos, rosa, amarillo. Son empleados para la producción de cerámicos, vidrios y para pinturas usadas en el área de acabados (Oxical, 2017, p. 5). Teniendo como simbología:

SiO<sub>2</sub> que significa Si + 2 O  $\rightarrow$  SiO<sub>2</sub>

Óxido de aluminio, producidos principalmente para la fabricación de arcillas y esmalte, aportando a la mejora de su resistencia y los cambios de temperatura. Originados por la exposición ante el oxígeno, a diferencia del metal, el óxido de aluminio tiene la propiedad de ser más resistente y fuerte que el aluminio. Compuestos por pequeños granos resistentes al revestimiento y de color blanco, empleados para la adherencia, como material por su resistencia a altas temperaturas (Galán y Velázquez, 2011, p. 95). Teniendo como simbología:

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> significa Al<sub>2</sub> + O<sub>3</sub>  $\rightarrow$  Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Óxido de hierro, Cuenta con una característica particular, el color rojizo, debido a ello es fácil su apreciación, por lo tanto, está compuesta en gran parte de oxidación siempre en cuando este expuesta a las temperaturas normales (Galán y Velázquez, 2011, p. 95). Teniendo como simbología:

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> lo que significa Fe<sub>2</sub> + O<sub>3</sub>  $\rightarrow$  Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

En síntesis, la cal hidratada o hidróxido de calcio, está compuesto por cualidades físicas y químicas, las cuales aportan cambios y beneficios a este polvo, visualizados en la tabla 64. Como se mencionó anteriormente, este material beneficia a la compresión al concreto, ya que cumple la misma función de endurecimiento y resistencia que el cemento, hace que el concreto sea más compacto, porque tiene la característica de ser más fina que el cemento haciendo

la acción de tapar los poros, sincroniza el fraguado manteniéndolo seco o cálido en climas severos, le brinda homogeneidad en la mezcla, forma al concreto haciendo la mezcla más fluida, protege a los refuerzos del concreto ante la corrosión y por último cumple la función de impermeabilizar al concreto.

Dosificaciones, en el actual proyecto de indagación, se efectuó la implementación de dos materiales, la fibra de vidrio y este mismo más la cal hidratada, donde se analizó las dosificaciones de ambos grupos. Para la fibra de vidrio se aplicaron unas dosis del 1%, 3% y el 5%, por otro la misma fibra de vidrio al 1% con el 1% de cal hidratada, al 3 con 5% y por último la inclusión del 5% de fibra de vidrio con 10% de cal hidratada, en razón a las cantidades, la fibra de vidrio dependerá del peso del cemento y en relación a la cal hidratada, esta sustituyo parcialmente al cemento en las dosificaciones mencionadas, de esta manera se buscó mejorar la resistencia a la flexibilidad, la comprensión y evitar el fisuramiento del pavimento rígido. Al aplicarse los ensayos correspondientes, esta nos brindó los resultados para poder observar que dosificación es la más adecuada para la adición al pavimento rígido, otorgándole a mejorar sus propiedades mecánicas y así contar con un pavimento rígido eficiente y que perdure toda su vida útil sin fallas.

Propiedades mecánicas del pavimento rígido, las cualidades mecánicas del pavimento rígido es un factor importante, llevando como responsabilidad la durabilidad y resistencia de este. Cuando se evalúa las propiedades mecánicas del pavimento rígido, es como evaluar la del concreto, ya que está conformado en su mayoría por este material compuesto. Estas cualidades permiten comparar los componentes que conforman la mezcla, debido a su elaboración, a su estructura y cuando estos están expuestos a factores químicos y físicos. Estas propiedades representan la dureza, la tenacidad, la adherencia y resistencia de los materiales (Romero y Hernández, 2014, p. 14). Según tecnología (2017), menciona que “la calidad de un concreto se define por sus propiedades mecánicas y por durabilidad [...]” (p. 19). A consecuencia de esto, se puede evaluar los años que durará el concreto. Las propiedades se dividen en dos etapas; fresco y endurecido.

Las cualidades del hormigón fresco ocurren en el momento que este se encuentra como una masa blanda, teniendo como cualidades; la trabajabilidad, siendo un conjunto de peculiaridades, que hacen la colocación del material compuesto más fácil en una estructura. La exudación, es la cualidad por la que el agua se separa

del concreto y se dirige a la parte superior. Segregación, es el desprendimiento de los contribuyentes de la mezcla heterogénea, causadas por los diferentes tamaños de las partículas. La compactibilidad, son la facilidad con la que se puede compactar el concreto. El peso unitario, es el peso compactado o chuzado representada en kilos. Contenido de aire, es la proporción de aire que se encuentra en el concreto.

Las cualidades mecánicas del hormigón endurecido; acontece en el momento cuando el concreto o el material compuesto ya ha sido vaciado, comienza en 24 horas desde ello, mayormente en esta propiedad se realizan ensayos correlativos o correspondientes con respecto a las normas establecidas para calcular la rigidez del concreto. El concreto, es el elemento primordial de las propiedades mecánicas del pavimento rígido, siendo el punto de evaluación para las cualidades, para su proceso de edificación, primeramente, se evalúa el método del diseño de mezcla que utilizará, en donde se certifican y se estudia la proporción de los agregados que se utilizaran, como también el conglomerante hidráulico a emplear.

Diseño de mezcla, se compone por seleccionar las proporciones adecuadas de los agregados, los cuales conforman al concreto.

Según Mantilla (2017) menciona en su tesis que “El diseño de mezcla es la selección de proporciones de los materiales que conforman la unidad cubica de concreto [...]” (p. 13). En conclusión, el diseño es presentado como un proceso para la utilización técnica y práctica, ya que se estudia la interacción y compuestos, logrando que los agregados cumplan los requerimientos de las normas.

En el diseño de mezcla se derivan las proporciones de cada componente empleado en el concreto; el cemento, los agregados expresados en kilogramos y el agua en litros, de esa manera se obtiene el concreto en sus dos estados; plástico y endurecido, los cuales deben de ser manejables, contar con la resistencia requerida y ser duradero en su estado endurecido.

Según Pacco (2016), señala que “un método de diseño de mezcla puede llegar a ser muy complejo si considera un gran número de variables además de una gran precisión o exactitud en la expresión de sus relaciones.” (p. 39).

Por ello el diseño de mezcla se debe establecer correctamente y las propiedades deben estar relacionadas a lo que se desea realizar, es decir la construcción que se edificará. Para establecer el diseño de mezcla se debe tener en cuenta dos

aspectos importantes; la condición de su servicio y a lo que estará expuesto o sometido. Encontrándose también cuatro condiciones para la resistencia de la mezcla; la tecnología, las especificaciones, el grado de control y la economía (Sánchez de guzmán 2001 página 22). Para que, de esta manera, el concreto este adecuadamente distribuido y presenten las cualidades como la trabajabilidad y la durabilidad.

Uno de los métodos más empleados a nivel mundial para la conformación de la mezcla, es el método brindado por American Concrete Institute (ACI), el cual está compuesto en una serie de procesos, teniendo como fiabilidad determinar las cantidades de cada material dosificado en el concreto. Este método brinda cálculos más exactos en las proporciones de la mezcla y considera el asentamiento y la granulometría óptima, empleándose el método por la dosificación por volumen, el cual puede rectificar la trabajabilidad y la consistencia del concreto, pero el cual tiene solo una dificultad, no toma en cuenta el tamaño de mezcla y la humedad, que afecta la transitabilidad y la relación del agua y cemento donde existe una saturación en el mezclado.

Según Génesis Guevara, hidalgo, Pizarro, Rodríguez, Rojas, menciona la correlación del componente líquido y cemento, este es importante ya que incrementa la “[...] fluidez de la mezcla y, por lo tanto, su trabajabilidad y plasticidad, lo cual presenta grandes beneficios para la mano de obra: también comienza a disminuir la resistencia debido al mayor volumen de espacios creados por el agua libre” (p. 81). A consecuencia de esto produciría errores en el diseño de mezcla y se debe tener en cuenta y verificar antes de emplearse en el método ACI.

**Granulometría**, es el ensayo más empleado para la correcta distribución de los agregados de acuerdo a las condiciones físicas que se presentan, el cual se realiza por medio de unos tamices, donde se mide los agregados pasantes y restantes para el estudio adecuado. Según Braja menciona que:

La medición de los agregados como su diámetro, se usan mallas que tienen ranuras o aberturas donde pasan los agregados finos y gruesos, donde unos son retenidos en las mallas de los tamices [...] y las dimensiones de ellos muestran el número de agregados retenidos en los tamices y obtener su distribución (2013, p.2).

Por ende, el ensayo de granulometría sirve para medir las especificaciones técnicas de los agregados, ya que se miden los agregados gruesos y finos a través de una serie de tamices, debido a ello la granulometría es primordial y debe realizarse

antes de cualquier diseño de mezcla de cualquier edificación por que ayuda a verificar las propiedades diversas de los agregados, los cuales deben de contar con una particularidad especificada en el manual de ensayos, es decir los porcentajes de retención que debe contar cada tamiz visualizados en la tabla 65.

Cemento portland, este material es considerado un conglomerante hidráulico. A su vez, el cemento es un factor necesario para ser empleado en la fabricación de componentes de construcción: concreto y morteros (Salamanca, 2001, p. 2). Entonces, el cemento es elaborado netamente para el concreto y que a su vez es presentado como material inorgánico molido, finalmente es mezclado con agua hasta que forme una pasta, teniendo como característica endurecer y fraguarse, debido a las reacciones y la hidratación, una vez endurecido mantiene una estabilidad inclusive debajo del agua.

Según Calabuig (2015), menciona que “el endurecimiento hidráulico se debe principalmente a la hidratación de los silicatos de calcio, aunque también participan los aluminatos cálcicos” (p.15). Estos dos materiales influyen en gran manera en la dureza del concreto, los cuales conforman el componente llamado Clinker portland, constituidas por distintas proporciones y además contiene acciones de puzolanas, caliza y escorias, para que el fraguado sea óptimo se emplea sulfato de calcio, cuyas propiedades físicas serán reflejadas en la tabla 66.

Agregado Fino, la arena gruesa, se compone por partículas pequeñas menores que el 5 mm, para el uso en la ingeniería este tipo de agregado tiene que contar con ciertos parámetros de las cuales deben de ser durables, resistentes, limpias y que estas no contengan arcilla, ni productos químicos, los cuales afectan al cemento. Según Norma Técnica Peruana 400.37 reafirma que: “es la unión tanto de la arena natural y manufacturada”. (2014, p.14).

En conclusión, la arena este compuesto por estos dos materiales. Los requerimientos de la granulometría de este agregado son relativamente amplios, las más empleadas son la de ASTM c 33 y de la norma técnica peruana 400.37, donde nos muestran una serie de parámetros o limites visualizados en la tabla 67, una de ellas es el módulo de finura, el cual es ventajoso para evaluar las dimensiones de la arena en el concreto. Por otro lado, este debe pasar el ensayo de impurezas orgánicas, debido que esto afectaría al concreto, también debe contar con una densidad relativa adecuada, una proporción de absorción óptima y una

capacidad de humedad necesaria, por consiguiente, si el material cumple con todos estos requerimientos beneficiará al concreto.

Agregado grueso, Este agregado está compuesto por gravas y agregado triturado, teniendo como condición que las partículas sean ascendentes al 5 mm y que mayormente estén de 9.5 y 38 ms. Según Norma Técnica Peruana 400.37 expone que: “los agregados gruesos son basado en varias uniones que son piedra chancada, grava o incluso concreto reciclado” (2014, p.14).

Del mismo modo que los agregados finos, los agregados gruesos están unidos por materiales de distintas proporciones, las cuales deben cumplir ciertos parámetros para el uso en la ingeniería. Las partículas que lo componen deben ser durables, resistentes, limpias y que estas no contengan arcilla, productos químicos y finos los cuales afectan al cemento. Los requerimientos de la granulometría del agregado grueso son relativamente específicos, donde la grava debe contar una densidad relativa adecuada, su contenido de humedad debe ser óptima y que sus porcentajes de partículas deben cumplir con lo mencionado en las normas de ASTM, la norma técnica peruana visualizadas en la tabla 68.

Resistencia a la flexión o módulo rotura, el pavimento rígido o de concreto, en su mayoría está sometida a fuerzas de flexión. según Sánchez (2013), menciona que “El módulo de rotura del concreto es una medida necesaria para lo que respecta el diseño de pavimentos realizados en este material, puesto que las placas de pavimento trabajan fundamentalmente a flexión [...]” (p.9).

Esta resistencia es también considerada un tipo de rigidez a la tracción del hormigón en su estado duro, empleadas en losas o vigas no reforzadas de ciertas dimensiones (Flores, 2018, p. 28).

Por ello, es necesario que sus cualidades de resistencia estén dirigidas a este esfuerzo y que se tome en cuenta antes de diseñar un pavimento rígido como también en las estructuras, puesto que se debe tomar en cuenta la resistencia a la flexión de la carpeta, ya que serán sometidos a flexión. A diferencia de la rigidez a la compresión, el módulo de rotura es baja pero mayor a las de la tracción pura. Se emplean en pavimentos rígidos, a causa de que los esfuerzos de la compresión están reflejados solo en la fricción de las llantas con la vía, por tanto, la resistencia a la compresión no es la que verifica la calidad del concreto, a comparación de la resistencia flexible, que es una propiedad importante para determinar los cálculos



del diseño del espesor del pavimento. En conclusión, la resistencia a la flexión es la cualidad más importante para las edificaciones de los pavimentos rígidos, pero se debe tener en cuenta el periodo de secado del concreto, ya que esto puede producir una disminución considerable en la resistencia de la flexión.

Resistencia a la compresión, esta cualidad, se enfoca al máximo esfuerzo de la resistencia de un material. Según Camargo e Higuera (2017), menciona en su artículo que la resistencia a la compresión “[...] en este mide de manera cuantitativa la resistencia que presenta una muestra de concreto cilíndrica al ser comprimida por dos fuerzas iguales ejercida en sus dos caras transversales” (p. 96). Por ello, el concreto se somete a una fuerza compresora hasta alcanzar su rotura o deformación, para conseguir el valor de la resistencia de su compresión, proporcionando el conocimiento de saber cuánto puede resistir el material compuesto, es decir el concreto a una carga. La compresión es una cualidad importante, debido a que se emplea para conocer y juzgar la calidad. En esta resistencia, se rectifica o se evalúa la resistencia especificada del concreto, donde existen varios factores que afectan a ambas condiciones tanto negativa como positivamente. Según Honorio (2018), menciona que la, “propiedad del concreto ha sido considerado como uno de los máximos exponentes de la resistencia mecánica general del material compuesto” (p. 29).

La resistencia a este parámetro, se obtiene empleando cilindros de concreto, las cuales siguen unos procesos para llegar a su resistencia máxima; permanecen 24 horas en la probeta para su endurecimiento y posteriormente bajo el agua para el tiempo de fraguado durante 28 días. Para medir sus resistencias se basa en las normas internacionales, donde se especifica que se medirá la resistencia del promedio de dos a más probetas, a los siete, a los catorce y a los veinte ocho días. Cabe recalcar que los cilindros de concreto, incrementaran su rigidez si se les realiza un correcto chuseo al momento de su fabricación (Mas y Kirschbaum, 2011, p. 47). A su vez también Carrillo, Alcorce y Aperador (2013), menciona que en su artículo “Los cilindros son cabeceados con azufre para garantizar una superficie de contacto plana y nivelada” (p. 290).

Por ello se debe emplear correctamente todos lo proceso para llegar a su mejor resistencia y aprovechar sus propiedades, como también se certifica que esta propiedad es vital para los dimensionamientos de las estructuras debido que en ella

se emplea el  $F'c$  del concreto, el cual en los ensayos deben de arrojar en un mayor porcentaje la del  $F'c$  patrón. De esta manera se puede evitar la disminución de la seguridad de la estructura, siendo estable a las cargas a las que serán sometidas.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

De acuerdo con Rajasekar, Philominathan y Chinnathambi mencionan (2013), que la metodología “es una investigación para encontrar soluciones a problemas científicos y sociales a través de objetivos [...]” (p. 13).

Ante ello también se menciona que la investigación se emplea para confrontar al problema positivamente, mostrando la recopilación, la medición y una observación de los datos precisos (Neethling, 2016, p. 16). En conclusión, la metodología de la investigación siempre busca dar respuestas a los problemas que aquejan en la sociedad con procedimientos y técnicas.

##### **3.1.1. Tipo de investigación de acuerdo al fin**

La investigación aplicada busca resolver problemas orientándose a encontrar aplicaciones para dar solución a un problema.

Por ello, El presente proyecto fue de tipo aplicada, porque se toma a partir de teorías existentes en búsqueda de información acerca del tema como por ejemplo tesis, libros, entre otras; todo esto con la finalidad de que ayude a la colocación de conceptos para el marco teórico. Hay que tener en cuenta que la investigación es un conjunto de procesos aplicados a un problema la cual se puede desarrollar de diversas formas con el objetivo de llegar a la verdad.

##### **3.1.2. Tipo de investigación de acuerdo al nivel**

Investigación explicativa descriptiva, este tipo de investigación tiene una conexión causal entre variables, de las cuales no solo busca describir, sino también explicar las causas de los fenómenos (Akhtar, 2016, p. 77).

El presente trabajo es de un nivel explicativo descriptivo, debido que la investigación busco explicar la conducta de una variable con relación a la otra, puesto a que es un estudio causa efecto, explicando también los resultados y enfocado a analizar la corroboración de la hipótesis planteada y siendo descriptivo debido que se describe las variables en la parte teórica.

##### **3.1.3. Tipo de investigación de acuerdo al diseño**

La investigación de diseño experimental es un tipo de investigación en donde se instituye una conexión de causa y efecto de variables, modificando la variable dependiente con la independiente (Achatya, Prakash, Nigan y Saxena, 2012, p.3).

A su vez esta investigación cuento con 3 tipos, uno de ellos es la investigación cuasiexperimental definido por la relación entre dos a más grupos sometiendo uno al otro. Debido a ello la investigación es cuasiexperimental, ya que, se sometió y se modificó la variable dependiente, donde no se empleó la asignación de los sujetos al azar, al contrario, se escogió los grupos a los que se les dará tratamientos experimentales y también por qué la investigación concurre a una hipótesis, a una respuesta y a una exhibición para su discrepancia, así mismo, de un corte longitudinal porque no solo en una ocasión se recogió la información.

#### **3.1.4. Tipo de investigación de acuerdo al enfoque**

Investigación cuantitativa, es un tipo de investigación de acuerdo con el enfoque, la cual es más confiable, examina la conexión entre variables puesto que establece la relación causa y efecto aprobando de este modo teorías, hipótesis y adjudicando la población de la investigación (Mohajan, 2018, p. 21).

Por ello esta investigación presento un enfoque cuantitativo porque está relacionado con datos numéricos, el cual se emplea estadísticamente y se soluciona preguntas de investigación para verificar la hipótesis plantada.

#### **3.2. Variable, Operacionalización**

A continuación, se expondrá las variables tanto dependiente e independiente en breves conceptos para mejorar su información.

##### **Variables independientes:**

La variable independiente. Este tipo de variable tiene una repercusión o un efecto en la variable dependiente (Flannelly y Jankowsky, 2015, p 164). En conclusión, este tipo de variable es la que modifica a la otra.

**Fibra de vidrio;** es a un componente estructural y compuesto, originado de la ausencia total del óxido de metales alcalinos, también debido a la combinación de materias; cal, magnesita, sílice y alúmina, generándose a consecuencia de la fundición de una varilla de vidrio y la mezcla con materias las cuales se hilaron para obtener esta materia, contando con tres configuraciones; fibras continuas, fibras discretas y fibras de tela tejida.

**Fibra de vidrio más Cal hidratada;** respecto a estos dos materiales por un lado se tuvo la fibra de vidrio el cual fue expuesto anteriormente, por otro lado, la cal hidratada también llamada hidróxido de calcio está conformada por propiedades en polvo teniendo como característica principal de color blanco y en ocasiones es

incolore careciendo de olor. Producida por los sobrantes de diversos atributos que cuenta el sodio y carburo de calcio.

**La variable dependiente;** son los tipos de variable que sufren los cambios por el efecto de la variable independiente y son las que serán medidas (Usman, 2015, p. 5). En resumen, esta variable se someterá a la variable independiente, el cual podrá comprobar la hipótesis.

**Propiedades mecánicas del pavimento rígido;** es un factor importante, llevando como responsabilidad la durabilidad y resistencia de este. Cuando se evalúa las propiedades mecánicas del pavimento rígido, es como evaluar la del concreto ya que este está conformado en su mayoría de este material compuesto. Estas cualidades permiten comparar los componentes que conforman la mezcla, debido a su constitución, a su estructura y cuando estos están expuestos a factores químicos y físicos. Estas propiedades representan la dureza, la tenacidad, la adherencia y resistencia de los materiales.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

**Unidad de análisis;** Las propiedades mecánicas del pavimento rígido.

**Población:**

La población está establecida por la totalidad de individuos o artículos que uno desea estudiar de un determinado lugar (Rahi, 2017, p. 3).

En síntesis, la población es un grupo total de sujetos de la cual se quiere evaluar o resolver un problema que afecta a todos de manera general. En el actual proyecto de investigación la población estuvo conformada por el laboratorio de pavimento J.J. Geotecnia del distrito de San Martín de Porres.

#### **3.3.2. Muestra**

Para la deliberación de la muestra existe varias condiciones las cuales deben cumplirse para no tener errores al momento de seleccionarla, esta debe de tener un tamaño adecuado dependiendo de la población designada (Taherdoost, 2016, p. 23). En conclusión, la muestra, son todos los ensayos realizados en el laboratorio, en el que es un conjunto de individuos adquiridos de la población, elegidas a conveniencia del autor.

En la presente tesis la muestra estuvo constituida por 126 muestras entre ellas 63 probetas y 63 vigas las cuales fueron ensayadas para la obtención de los resultados.

### **3.3.3. Muestreo**

El muestreo es una secuencia o proceso estadístico, el cual sirve para seleccionar un conjunto de la población total, el cual tiene como nombre muestra, con la finalidad de someterlas a pruebas y observaciones, existen 2 tipos de muestreo probabilístico y no probabilístico (Bhattacharjee, 2012, p. 65). En síntesis, es la acción de cómo ha sido el proceso de elección de la muestra. La tesis utilizó el muestreo no probabilístico debido que se elige la muestra de acuerdo a la conveniencia del investigador.

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

El proyecto de investigación emplea técnicas e instrumentos que contribuyan a la validez de la investigación, debido a ello, en el presente trabajo se empleó la realización o demostración en laboratorio y el análisis de las fallas que se encuentran en los pavimentos rígidos.

#### **3.4.1. Técnica de recolección de datos**

La técnica son un conjunto de reglas establecidas y procesos las cuales ayudan al investigador a instituir una conexión con el objeto de la investigación.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente Valderrama menciona que la técnica es “la indagación para la obtención de datos e información todas aquellas utilizadas sean complementarias entre sí para el cumplimiento con la información” (2013, p.53).

En conclusión, la técnica es una serie de medios que se utilizan, las cuales ayudan a recolectar la información. Por ende, en el proyecto de indagación se emplearon las técnicas de la observación y experimental, debido que se realizaron ensayos en laboratorios para la ratificación de la hipótesis.

#### **3.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

El instrumento tiene como propósito recolectar información, de acuerdo a los problemas trazados y lo enfocado en la realidad problemática, por ello es real ya que están dirigidas a las necesidades del indagador (Sabino, 1992, p.149).

En síntesis, el instrumento es una unidad o mecanismo que emplea el investigador para recopilar y registrar datos en los laboratorios o en campo. Para la investigación se optó por utilizar una ficha de observación de datos, el cual apoyara a la obtención

de datos de la investigación, las cuales se verán reflejadas en el anexo 4 y las fichas de datos de los ensayos, las cuales serán brindadas por el laboratorio donde se realizaron los ensayos y una hoja de presupuesto.

### **3.4.3. Validez**

El investigador busca la validez del instrumento de investigación por 3 profesionales en este caso ingenieros especialistas para que así este pueda ser confiable reflejadas en la tabla 12. Según Zambrano, Gil, Lopera, Carrasco, Gutiérrez y Villa (2015), la validez “es la evaluación del instrumento de investigación respecto a la coherencia, veracidad, secuencia y dominio del contenido (variables, indicadores), de aquello que se mide” (p.337). Para validar el instrumento se empleó el criterio de expertos y para la certificación de los diferentes ensayos serán validados por el especialista del laboratorio el cual firmara todas las fichas se resultados obtenidos.

### **3.4.4. Confiabilidad**

En la presente investigación, el valor de confiabilidad se ajusta a las correctas dimensiones empleadas, las cuales son calificadas correctamente por los indicadores en relación al contexto de la realidad problemática, a los objetivos propuestos y a la certificación de las hipótesis planteadas, todo ello en dirección al instrumento de la investigación. Según Ortiz menciona que, “el número de veces repetida del instrumento que se utiliza será de acuerdo al grado de confiabilidad que plantea la persona para su utilización en sus resultados” (2004, p. 88).

En conclusión, la confiabilidad se define como los grados de aplicaciones repetidas que se le ejecutan a un mismo sujeto las cuales deben producir los mismos resultados. Debido a ello en la investigación el grado de confiabilidad se medió por los certificados de calibración de equipos del laboratorio en el cual se ejecutaron los ensayos.

### **3.5. Procedimientos**

Para llevar a cabo los ensayos de la investigación, primero se dirigió a la cantera de Carabayllo a obtener los agregados correspondientes a 80kg por cada uno de los agregados tanto finos como gruesos, como también la comprar de la fibra de vidrio y la cal hidratada. Luego de ello, se comenzó a realizar los ensayos granulométricos de cada material tanto el grueso como el fino. Posteriormente se calculó los pesos unitarios, pesos específicos y el porcentaje de absorción de

ambos agregados, con el fin de poder evaluar si los agregados empleados eran los adecuados para el diseño de mezcla.

Mas adelante, se comenzó a realizar los respectivos ensayos a las propiedades mecánicas para analizar la influencia de la fibra de vidrio y este mismo más la cal hidratada, con el fin de obtener una mejor resistencia de las propiedades mecánicas del concreto para minimizar la falla por fisuramiento. Por lo cual, se realizaron los ensayos a la comprensión y flexión para un diseño de mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente se verificaron los resultados, las cuales fueron redactadas y analizada para comprobar las hipótesis planteadas y dar la conclusiones y recomendaciones correspondientes.

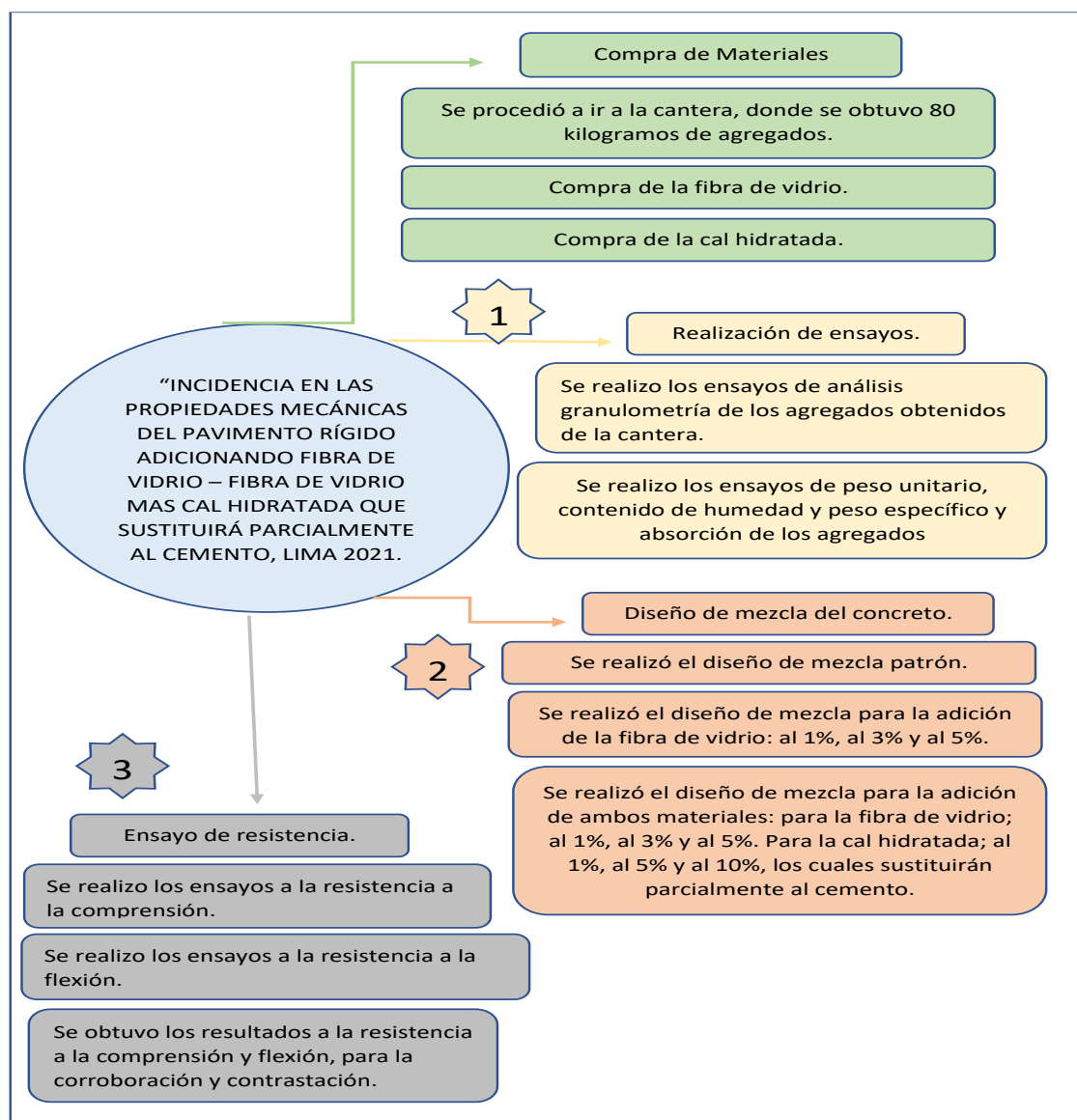


Figura 1. Procedimiento de la realización de los ensayos.

Fuente: elaboración Propia.



### 3.6. Método de análisis de datos

#### Recolección de información base

Esta fase se basa en la indagación de materiales, como tesis, proyectos, artículos científicos y periódicos, en dirección a la investigación planteada.

#### Ensayos en laboratorio

Se realizaron los ensayos planteados ya mencionados anteriormente: ensayo granulométrico de los agregados, ensayo de los agregados físicos y ensayo de la resistencia a la compresión y flexión.

#### Análisis

Esta fase se basa en el rastreo de búsqueda de información por medio del análisis de los resultados de los ensayos ejecutados, para que de esta manera se verifiquen las hipótesis planteadas y se logre el objetivo planteado.

Todos estos procesos se reflejarán en la tabla N°12.

**Tabla 1. Método de análisis**

N° DE ENSAYOS	ENSAYOS	TIEMPO	PROCESO
1	Diseño de mezcla de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> .	1 día	Se determinará si las características físicas de los agregados cumplen y si son óptimas para emplearse en el concreto.
36	Probetas Dosis (patrón; 03 Dosis)	28 días	Se obtendrá un elemento estructural de acuerdo con lo requerido, el cual podrá soportar cargas ante un esfuerzo de compresión.
48	vigas dosis (patrón; Dosis)	28 días	Se obtendrá un elemento estructural de acuerdo con lo requerido, el cual podrá soportar cargas ante un esfuerzo de flexión.
36	Resistencia a la Compresión	1 día	Se determinará la resistencia del concreto con la adición de los materiales estructurales empleados en la investigación ante una carga de compresión, evaluando de esa manera si estos cumplen con lo esperado.
24	Resistencia a la flexión	1 día	Se determinará la resistencia y la deformación del concreto con la adición de los materiales estructurales empleados en la investigación a la flexión, evaluando de esa manera si estos cumplen con lo esperado.

Fuente: elaboración propia.

### 3.7. Aspectos éticos

El proceder profesional del investigador está reflejado en la forma de realización de su estudio, teniendo en cuenta los argumentos citados de otros investigadores, la veracidad de sus resultados, la recolección válida y confiable de sus datos, entre otros. De esta manera el presente trabajo de investigación muestra un aspecto ético

y veraz por medio de la recaudación de datos validados por expertos, citas de investigadores y tesis. Estas son citadas y escritas de forma correcta, empleando normas dirigidas al origen del estudio, por ello se emplea la norma de referencias estilo ISO 690 y 690-2, basado en la adaptación internacional de la norma ISO (International Organization for Standardization). De ese modo, se respetará la autenticidad de cada información, prevaleciendo el interés y la libertad de cada autor. Además, se hará uso de un programa basado en la prevención de plagio (turnitin), de esta manera se demostrará la autenticidad y veracidad de cada información proyectada en el actual proyecto de investigación.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Descripción de la zona de ubicación

La tesis, está ubicada en el departamento de Lima, provincia de Lima. Delimitado por el Oeste con el Callao y el Océano Pacífico, por el Norte con Huaral, por el este con Canta y Huarochirí y por el Sur con Cañete.

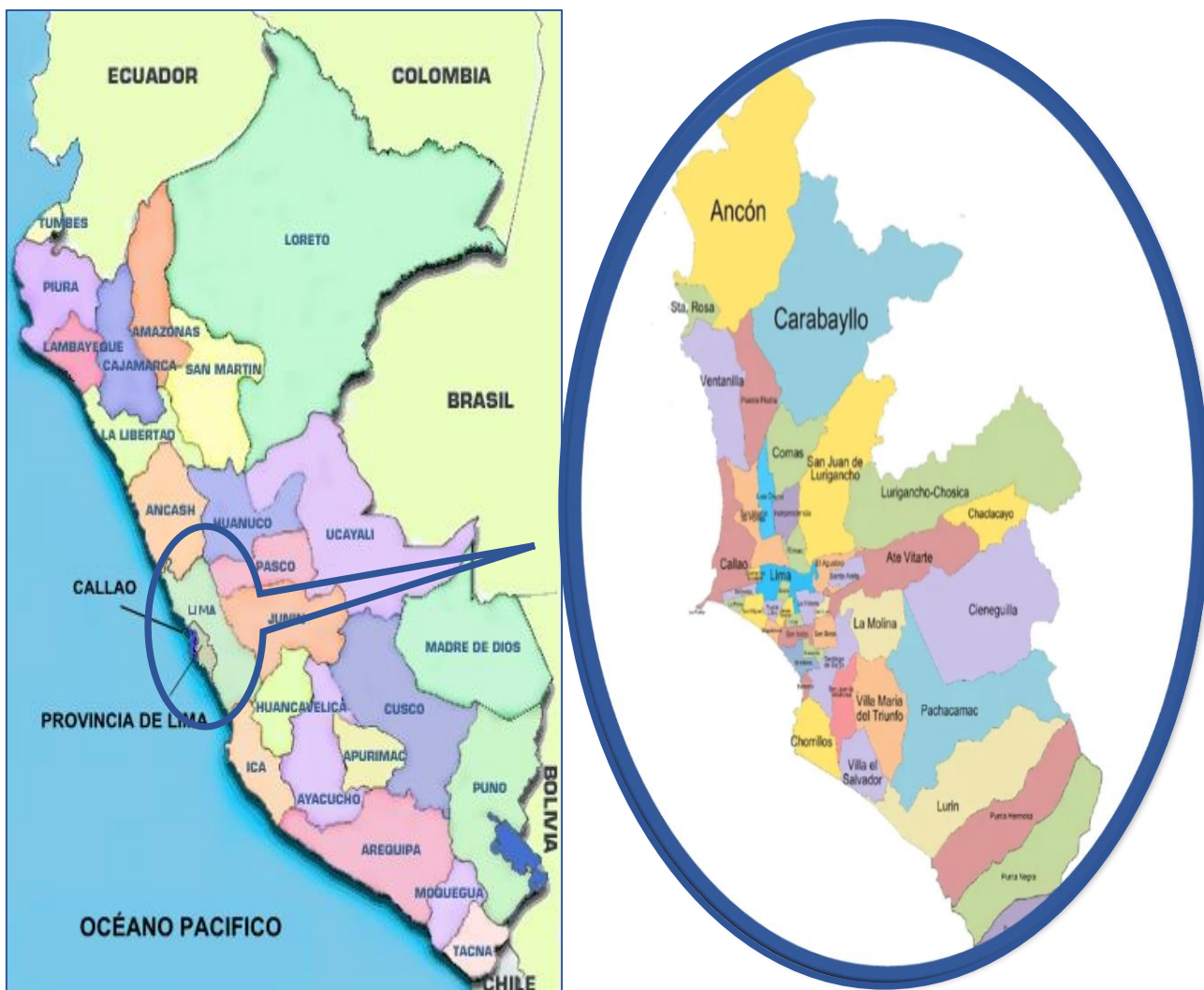


Figura 2. Mapa de ubicación Lima.

Fuente: INEI

**Tabla 2.** Ubicación

Ubicación	
Región	Lima Metropolitana
Provincia	Lima

Fuente: elaboración Propia.

La situación climática de la provincia de Lima en la estación de verano es de 29°C y de 30°C, en invierno se encuentra en 19°C a 12°C y por otro lado en la estación de

primavera entre 23°C y de 17°C. Contando así con una temperatura promedio anual de 29°C.

La tesis está dirigida básicamente a la incidencia de la fibra de vidrio y a es este mismo material más cal hidratada en las propiedades mecánicas del pavimento rígido, para mejorar su resistencia tanto en la compresión y flexión ante las repetitivas cargas producidas por la variedad de vehículos que transitan en la vía. Se puede observar, que las vías rígidas implementadas en la capital son escasas, de las cuales en su mayoría presentan fallas por fisuramiento producto a diferentes factores, como la mala calidad de los materiales utilizados, un mal conteo vehicular o la falta de elementos que ayuden mejorar la resistencia de estos, debido a esto la mejor opción es emplear pavimentos rígidos con la adición de materiales compuestos como la fibra de vidrio y la cal hidratada para contrarrestar estas fallas. Para poder llevar acabo el objetivo de la investigación, el cual era analizar los beneficios que se tiene con la adición de estos dos materiales compuestos, se ejecutaron diferentes ensayos los cuales fueron: análisis granulométrico de agregados fino y gruesos, gravedad específica de sólidos, peso específico y absorción, el diseño de mezcla patrón como también la adición de solo la fibra de vidrio en los porcentajes de 1%, 3% y 5% con relación al peso de la mezcla, el diseño de mezcla con la adición de la fibra de vidrio respectivamente más la cal hidratada que sustituirá parcialmente al cemento en los porcentajes del 1%, 5% y 10% y los ensayos de compresión y flexión.

Como punto de partida, se procedió a delimitar de donde se obtendrían los agregados tanto grueso como fino.

Para la realización de cada ensayo se obtuvo los agregados de la cantera Christofer “El Camión”, ubicada en el distrito de Carabaylo, del cual se obtuvo los agregados finos y gruesos solicitados por la base a la norma de ensayos del ministerio de transporte y comunicación (MTC). La cantera limita con los siguientes distritos:

Norte con Santa Rosa de Quives

Sur con el distrito de Comas

Este con Huarochirí

Oeste con Puente Piedra y Ancón

## 4.2 Análisis de resultados

### 4.2.1 Trabajos previos

#### Granulometría del agregado grueso y fino

- Se seleccionó 500 gr de arena y 1kg de grava, los cuales se pesaron en la balanza.
- Posteriormente, se derivaron los agregados al horno durante un tiempo de 24 horas a una temperatura de 110°C.
- Por consiguiente, se pesaron la muestra tanto como arena y grava para adquirir el peso seco.
- Por último, se pasaron las dos muestras por los tamices, para obtener los pesos de cada pasante mostrados en la siguiente figura.



*Figura 3.* Ensayo de granulometría.

Fuente: elaboración Propia

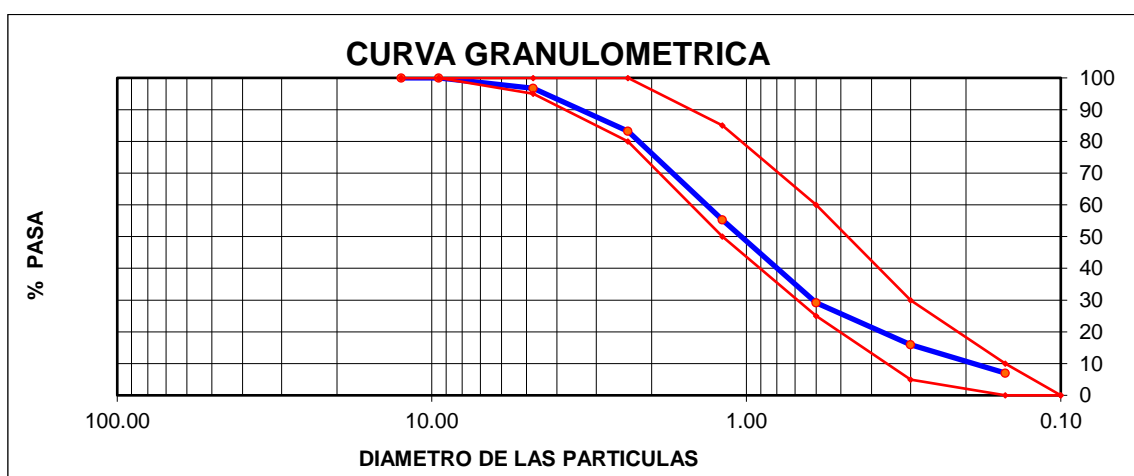
La realización del ensayo de granulometría es el primer paso básico para la elaboración del diseño de mezcla, cuyo objetivo es señalar los porcentajes o gradaciones del material fino o grueso, los que serán expuestos al presunto ensayo. De esta manera se determinaron los materiales usados para dicho proceso experimental de la tesis, los cuales deben cumplir con los requisitos dictados por las normas peruanas. Dándonos así la siguiente tabla.

**Tabla 3.** Cuadro del análisis granulométrico del agregado fino

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	ASTM C 33
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.0	0.0	100.0	100
Nº4	4.76	15.1	3.3	3.3	96.7	95 - 100
Nº8	2.38	61.0	13.5	16.8	83.2	80 - 100
Nº 16	1.19	126.3	27.9	44.7	55.3	50 - 85
Nº 30	0.60	118.2	26.1	70.8	29.2	25 - 60
Nº 50	0.30	60.1	13.3	84.1	15.9	05 - 30
Nº 100	0.15	40.3	8.9	93.0	7.0	0 - 10
FONDO		32.0	7.1	100.1	-0.1	0 - 0

Fuente: elaboración Propia

Interpretación: En sustento a la tabla, se observa el desenlace del ensayo de granulometría del agregado fino en base a la norma MTC E 204, en el cual se ha empleado la utilización de los tamices desde la malla 1/2" hasta la malla de fondo, es decir Nº200. Resultando que la malla 1/2" y la malla 3/8" obtienen 100% de material pasante y para las siguientes mallas fueron: para malla Nº4 un 96.7%, para malla Nº8 un 83.2%, para malla Nº16 un 55.3%, para malla Nº30 un 29.2, para malla Nº50 un 15.9, para malla Nº100 un 7.0%, para malla Nº200 un 0.0%. En consecuencia, el agregado fino empleado en desarrollo experimental de la tesis, cumple con los requisitos solicitados por la norma peruana, para la ejecución de del diseño de mezcla del concreto.



**Figura 4.** Curva granulométrica del agregado fino.

Fuente: elaboración Propia.



Interpretación: Referente a la figura, se observa en un extremo el % del material pasante y en el otro extremo el diámetro de las partículas es decir la abertura de la malla de los tamices para el agregado fino. Por lo que, el porcentaje del agregado fino que pasa desde los tamices; 1/2", 3/8", N°4, N°8 y N°16 es más del 50% del material y con respecto a los demás tamices; N°30, N°50, N°100 y N°200 cuentan con menos 50% del material ensayado. También se observa que la curva granulométrica del material empleado, el cual cumple con lo requerido, debido a que se encuentra entre los límites de lo que se solicita por la norma.

**Tabla 4.** *Contenido de humedad de la arena*

Descripción de la Muestra		
Peso húmedo	459.1	g
Peso seco	453.0	g
contenido de humedad	1.35	%

Fuente: elaboración Propia



*Figura 5.* Proceso de secado, para obtener el contenido de humedad.

Fuente: elaboración Propia

Interpretación: referente a la tabla y figura, se puede observar el peso de material fino empleado para el ensayo de granulometría.

Para la obtención del contenido de humedad, se pesó el agregado fino natural contando con 459.1 gramos de material húmedo, el cual se le sometió a una temperatura de 110°C durante 24 horas en el horno, del que se obtuvo 453.0

gramos de material seco. Posteriormente se realizó los cálculos correspondientes reflejados siguientes ecuación.

$$\text{Contenido de humedad} = \left( \frac{\text{p. humedo} - \text{p. seco}}{\text{p. seco}} \right) \times 100$$

$$\text{Contenido de humedad} = \left( \frac{459.1\text{g} - 453.0\text{g}}{453.0\text{g}} \right) \times 100$$

$$\text{Contenido de humedad} = 1.35\%$$

**Tabla 5.** Cuadro del análisis granulométrico del agregado grueso

MALLAS	ABERTUR A	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	HUSO # 5
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	<b>100</b>
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	<b>90 - 100</b>
3/4"	19.05	869.0	49.4	49.4	50.6	<b>20 - 55</b>
1/2"	12.50	566.0	32.2	81.6	18.4	<b>0 - 10</b>
3/8"	9.53	156.0	8.9	90.5	9.5	<b>0 - 5</b>
Nº 4	4.76	156.0	8.9	99.4	0.6	
Nº 8	2.38	12.0	0.7	100.1	-0.1	
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		0.0	0.0			

Fuente: elaboración Propia

Interpretación: En justificación a la tabla, se observa el desarrollo del ensayo de granulometría del agregado grueso en base a la norma MTC E 204, en el cual se ha empleado la utilización de los tamices, desde la malla 2" hasta la malla de fondo es decir N°200. Resultando que la malla 2" hasta la malla 1" obtienen 100% de material pasante y para las siguientes mallas fueron: Un 50.6% para malla ¾", un 18.4% para malla ½", un 9.5% para malla 3/8", un 0.6% para malla N°4, un 0.0% para las mallas N°8 hasta N°200. En consecuencia, el agregado grueso usado en desarrollo experimental de la tesis, se encuentra en los márgenes solicitados por la norma peruana, para la ejecución de del diseño de mezcla del concreto.



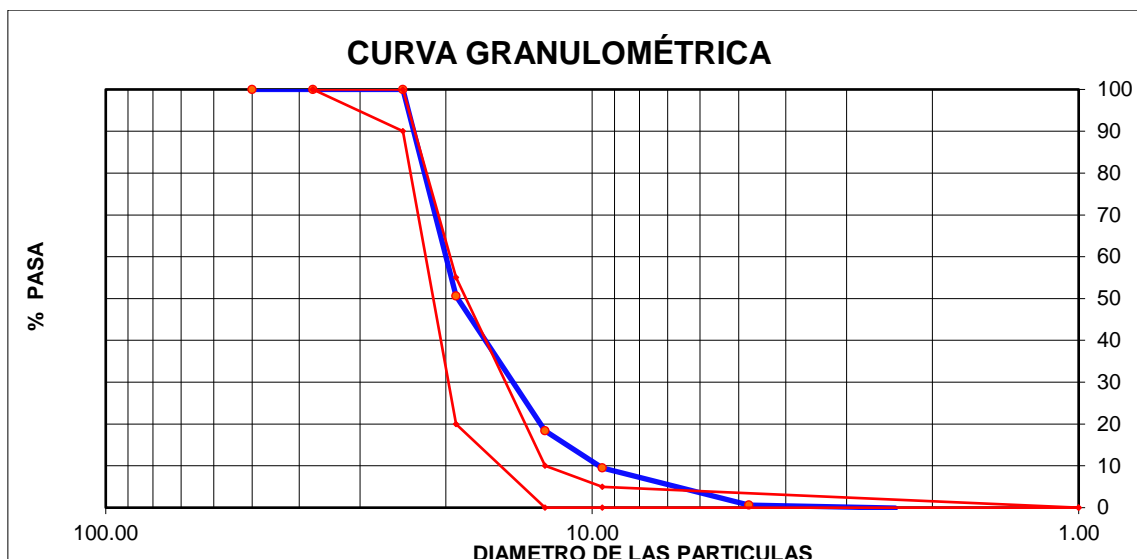


Figura 6. Curva granulométrica del agregado grueso.

Fuente: elaboración Propia

Interpretación: Alusivo a la figura, se observa en un extremo, el % del material pasante y en el otro extremo el diámetro de las partículas es decir la abertura de la malla de los tamices para el agregado grueso. Debido a esto, el porcentaje de la grava que pasa desde los tamices; 2, 1 1/2", 1" y 3/4" son más del 50% del material y con respecto a los demás tamices; 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16 y N°200 cuentan con menos 50% del material ensayado. Producto a esto, se observa que la curva granulométrica del material empleado, el cual cumple con lo requerido, pero se encuentra al límite de lo que se solicita por la norma.

Tabla 6. Contenido de humedad del agregado grueso

Descripción de la Muestra		
Peso húmedo	1,768.00	g
Peso seco	1,759.00	g
contenido de humedad	0.5	%

Fuente: elaboración Propia

Interpretación: Referido a la tabla, se puede observar el peso de material grueso empleado para el ensayo de granulometría. Para la obtención del contenido de humedad, se pesó el agregado grueso natural contando con 1,768 gramos de material húmedo, el cual se le sometió a una temperatura de 110°C durante 24 horas en el horno, del que se obtuvo 1,759 gramos de material seco.

Posteriormente, se realizaron los cálculos correspondientes reflejados en la siguiente ecuación.

$$\text{Contenido de humedad} = \left( \frac{p. \text{humedo} - p. \text{seco}}{p. \text{seco}} \right) \times 100$$

$$\text{Contenido de humedad} = \left( \frac{1,768\text{g} - 1,759\text{g}}{1,759\text{g}} \right) \times 100$$

$$\text{Contenido de humedad} = 0.5\%$$

## Peso Unitario

**Tabla 7.** Peso unitario suelto del agregado fino

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6658	6641	6669
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4295	4278	4306
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.556	1.550	1.560
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b>		g/cc	<b>1.555</b>		

Fuente: elaboración Propia

Interpretación: Relativo a la tabla, se visualiza el peso unitario suelto de las muestras, el cual se efectuó con el propósito de realizar un correcto diseño de mezcla para concreto, hallándose del siguiente modo.

$$\text{Peso de la muestra} = ((P. M + m) - Pm)$$

$$\text{Peso de la muestra} = ((6658\text{g}) - 2363\text{g})$$

$$\text{Peso de la muestra} = 4295\text{g}$$

De igual forma, se empleó el anterior procedimiento para la segunda y tercera muestra. Una vez que se encontró el volumen del molde, se hayo el peso unitario de la arena gruesa suelta en sus tres muestras.

$$\text{Peso unitario suelto de la muestra}_1 = \left( \frac{P. \text{Muestra}}{\text{Volumen molde}} \right)$$

$$\text{Peso unitario suelto de la muestra}_1 = \left( \frac{4295g}{2760cc} \right)$$

$$\text{Peso unitario suelto de la muestra}_1 = (1.556g/cc)$$

De la misma manera, se ejecutó los cálculos para las muestras 2 y 3, obtenido así el peso de los tres patrones, posteriormente se realizó el promedio de las tres cantidades cuyo valor fue de 1,555.00 g/cc de peso unitario suelto del agregado fino.

**Tabla 8. Peso unitario compactado del agregado fino**

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7374	7351	7354
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	5011	4988	4991
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.816	1.807	1.808
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b>		g/cc	<b>1.810</b>		

Fuente: elaboración Propia

Interpretación: En enfoque a la tabla, se contempla el peso unitario compactado de las muestras, el cual se practicó con el motivo de realizar un correcto diseño de mezcla para concreto, encontrándose con el siguiente procedimiento.

$$\text{Peso de la muestra} = ((P. M + m) - Pm)$$

$$\text{Peso de la muestra} = ((7374g) - 2363g)$$

$$\text{Peso de la muestra} = 5011g$$

Igualmente, se empleó el anterior procedimiento para la segunda y tercera muestra. Una vez que se logró obtener el volumen del molde, se encontró el peso unitario de la arena gruesa compactada en sus tres muestras.

$$\text{Peso unitario compactado de la muestra}_1 = \left( \frac{P. \text{Muestra}}{\text{Volumen molde}} \right)$$

$$\text{Peso unitario compactado del a muestra}_1 = \left( \frac{5011g}{2760cc} \right)$$

$$\text{Peso unitario compactado de la muestra}_1 = (1.816g/cc)$$

Asimismo, se desarrolló los cálculos para las muestras 2 y 3, consiguiendo así el peso de los tres patrones, acto seguido, se realizó el promedio de las tres cantidades, cuyo valor fue de 1,810.00 g/cc de peso unitario compactado del agregado fino.

**Tabla 9.** *Peso unitario suelto del agregado grueso*

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	30974	30956	30969
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	21174	21156	21169
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.518	1.517	1.517
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b>		g/cc	<b>1.517</b>		

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: Relativo a la tabla, se visualiza el peso unitario suelto de las muestras, el cual se efectuó con el propósito de realizar un correcto diseño de mezcla para el concreto, hallándose del siguiente modo.

$$\text{Peso de la muestra} = ((P. M + m) - Pm)$$

$$\text{Peso de la muestra} = ((30,974g) - 9800g)$$

$$\text{Peso de la muestra} = 21,174g$$

De igual forma, se empleó el anterior procedimiento para la segunda y tercera muestra. Una vez que se encontró el volumen del molde, se hayo el peso unitario de la grava suelta en sus tres muestras.

$$\text{Peso unitario suelto de la muestra}_1 = \left( \frac{P. \text{Muestra}}{\text{Volumen molde}} \right)$$

$$\text{Peso unitario suelto de la muestra}_1 = \left( \frac{21,174g}{13,950cc} \right)$$

$$\text{Peso unitario suelto de la muestra}_1 = (1.518g/cc)$$

De la misma manera se ejecutó los cálculos para las muestras 2 y 3, obtenido así el peso de los tres patrones, posteriormente se realizó el promedio de las tres cantidades cuyo valor fue de 1,517 g/cc de peso unitario suelto del agregado grueso.

**Tabla 10.** *Peso unitario compactado del agregado grueso*

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	32260	32294	32258
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	22460	22494	22458
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.610	1.612	1.610
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b>		g/cc	<b>1.611</b>		

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: En enfoque a la tabla, se contempla el peso unitario compactado de las muestras, el cual se practicó con el motivo de realizar un correcto diseño de mezcla para concreto, encontrándose con el siguiente procedimiento.

$$\text{Peso de la muestra} = ((P. M + m) - Pm)$$

$$\text{Peso de la muestra} = ((32,260g) - 9,800g)$$

$$\text{Peso de la muestra} = 22,460g$$

Igualmente, se empleó el anterior procedimiento para la segunda y tercera muestra. Una vez que se logró obtener el volumen del molde, se encontró el peso unitario de la grava compactada en sus tres muestras.

$$\text{Peso unitario compactado de la muestra}_1 = \left( \frac{P. \text{Muestra}}{\text{Volumen molde}} \right)$$

$$\text{Peso unitario compactado del a muestra}_1 = \left( \frac{22,460g}{13,950cc} \right)$$

$$\text{Peso unitario compactado de la muestra}_1 = (1.611g/cc)$$

Asimismo, se desarrolló los cálculos para las muestras 2 y 3, consiguiendo así el peso de los tres patrones, acto seguido, se realizó el promedio de las tres cantidades, cuyo valor fue de 1,611.00 g/cc de peso unitario compactado del agregado grueso.

### **Peso Específico y Absorción**

**Tabla 11. Peso específico y absorción del agregado fino**

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	984	983.7	983.9
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	g	671.3	671.8	671.6
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	312.7	311.9	312.3
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balón	g/cc	665.4	665.8	665.60
5	Peso del Balón	g/cc	171.3	171.7	<b>171.50</b>
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	494.1	494.1	494.10
7	Volumen del Balón (V = 500)	%	498.2	497.5	<b>497.9</b>
<b>RESULTADOS</b>					
<b>PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))</b>		g/cc	<b>2.66</b>	<b>2.66</b>	<b>2.66</b>
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))		g/cc	2.70	2.69	2.69
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])		g/cc	2.75	2.75	2.75
<b>PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]</b>		%	<b>1.2</b>	<b>1.2</b>	<b>1.2</b>

Fuente: elaboración Propia.

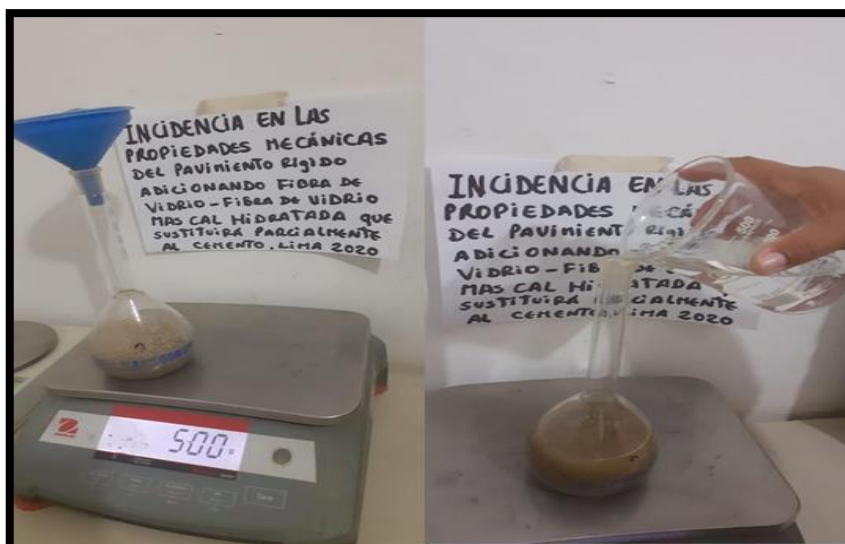


Figura 7. Procedimiento para obtener el peso específico y absorción de la arena.

Fuente: elaboración Propia

Interpretación: Relativo a la tabla, se visualiza el peso específico y absorción de agua del material fino de dos muestras, el cual se calculó de la siguiente manera:

$$\text{peso específico de la masa}_1 = \left( \frac{P. \text{arena seca al horno}}{\text{Volumen del balón} - \text{Peso del agua}} \right)$$

$$P. E. M_1 = \left( \frac{665.4g/cc}{498.2\% - 312.7g} \right)$$

$$P. E. M_1 = 2,65g/cc$$

De igual forma, se realiza la operación para la muestra 2, por consiguiente, se saca el promedio de los dos resultados, teniendo un valor de 2.66 g/cc. Seguidamente, se calculó el peso específico de la masa saturada superficialmente seca:

$$\text{peso espec. de la masa S.S.S}_1 = \left( \frac{500}{\text{Volumen del balón} - \text{Peso del agua}} \right)$$

$$P. E. M. S. S. S_1 = \left( \frac{500}{498.2\% - 312.7g} \right)$$

$$P. E. M. S. S. S_1 = 2.70g/cc$$

De la misma manera, se repite la operación en la segunda muestra, donde se obtuvo un promedio de 2.66 g/cc. Se prosiguió encontrando el peso específico aparente del material fino para ambas muestras:

*peso específico aparente<sub>0</sub>*

$$= \left( \frac{P. arena seca al horno}{(Volumen del balón - Peso del agua) - (500 - P. arena seca al horno)} \right)$$

$$P. E. A_{1y2} = \left( \frac{665.4g/cc}{(498.2\% - 312.7g) - (500 - 665.4g/cc)} \right)$$

$$P. E. A_{1y2} = 2.75g/cc$$

Más adelante se procesó el promedio de ambos resultados, contando con 2.75 g/cc. Finalmente, se ejecutó la siguiente operación para hallar el porcentaje de absorción del material:

$$Porcentaje de absorción_0 = \frac{500 - P. arena seca al horno}{P. arena seca al horno} \times 100$$

$$Porcentaje de absorción_{1y2} = \frac{500 - 665.4g/cc}{665.4g/cc} \times 100$$

$$Porcentaje de absorción_{1y2} = 1.2\%$$

Por último, como los resultados de las 2 muestras son iguales, su promedio final de porcentaje de absorción cuenta con un valor de 1.2%.

**Tabla 12.** *Peso específico y absorción del agregado grueso*

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla <b>A</b>	g	1581.0	1562.0	1571.5
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca <b>B</b>	g	2566.0	2533.0	2549.5
3	Peso muestra Seco <b>C</b>	g	2547.0	2515.0	2531.0
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A	g/cc	2.61	2.61	2.61
5	Peso específico de masa = C/B-A	g/cc	2.59	2.59	<b>2.59</b>
6	Peso específico aparente = C/C-A	g/cc	2.64	2.64	2.64
7	Absorción de agua = ((B - C) / C)*100	%	0.7	0.7	<b>0.7</b>

Fuente: elaboración Propia.





Figura 8. Procedimiento para obtener el peso específico y absorción del agregado grueso.

Fuente: elaboración Propia

Interpretación: En relación a la tabla, se observa el peso específico saturado superficialmente seca y absorción de agua del material grueso de dos muestras, el cual se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Peso específico Sat. Sup. Seca}_0 = \frac{\text{Peso de la Sat. Sup, seca}}{\text{Peso de la Sat. Sup, seca} - \text{Peso de la M. Sum. Castilla}}$$

$$\text{Peso específico Sat. Sup. Seca}_1 = \frac{2,566.0g}{2,566.0g - 1,581.0g}$$

$$\text{Peso específico Sat. Sup. Seca}_1 = 2.61g/cc$$

Asimismo, se emplea la operación para la muestra 2, en consecuencia, se saca el promedio de las dos soluciones, teniendo un valor de 2.61 g/cc de peso específico saturada superficialmente seca. Posteriormente, se calculó el peso específico de la masa:

$$\text{peso espec. de masa}_0 = \left( \frac{\text{peso muestra seco}}{\text{Peso de la Sat. Sup, seca} - \text{Peso de la M. Sum. Castilla}} \right)$$

$$\text{peso espec. de masa}_1 = \left( \frac{2,547.0g}{2,566.0g - 1,581.0g} \right)$$

$$\text{peso espec. de masa}_1 = 2.59g/cc$$

De la misma manera, se repite a operación en la segunda muestra, donde se obtuvo un promedio de 2.66 g/cc. Se continuó encontrando el peso específico aparente del material grueso para ambas muestras:

$$\text{peso específico aparente}_0 = \left( \frac{\text{Peso muestra seco}}{\text{Peso muestra seco} - \text{Peso de la M. Sum. Castilla}} \right)$$

$$\text{peso específico aparente}_1 = \left( \frac{2,547.0g}{2,547.0g - 1,581.0} \right)$$

$$\text{peso específico aparente}_1 = 2.64g/cc$$

$$\text{peso específico aparente}_2 = \left( \frac{2,515.0g}{2,515.0g - 1562.0} \right)$$

$$\text{peso específico aparente}_2 = 2.64g/cc$$

Acto seguido, se realizó el promedio de ambos resultados obteniéndose 2.64 g/cc. Finalmente, se realizó el siguiente cálculo para determinar el porcentaje de absorción del material:

$$\text{Porcentaje de absorción de agua}_0 = \frac{\text{Peso de la Sat. Sup, seca} - \text{Peso muestra seco}}{\text{Peso muestra seco}} \times 100$$

$$\text{Porcentaje de absorción de agua}_{1y2} = \frac{2,566.0g - 2,547.0g}{2,547.0g} \times 100$$

$$\text{Porcentaje de absorción de agua}_{1y2} = 0.7\%$$

En conclusión, como las 2 muestras son iguales, su promedio final de porcentaje de absorción de agua tiene un valor de 0.7%.

**Tabla 13. Diseño de mezcla de concreto patrón**

f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO	2.66	3.13	1.3	1.2	1555.0	1810.0
AGREGADO GRUESO	2.59	7.39	0.5	0.7	1517.0	1611.0
<b>MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA CHRISTOFER (EL CAMION)</b>						
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO			3-4	pulg	
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4 "		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.61		
4	AGUA			235		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.32		
<b>B) ANÁLISIS DE DISEÑO</b>						
	<b>FACTOR CEMENTO</b>		<b>383.000</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>9.0</b>	<b>Bls/m<sup>3</sup></b>
	Volumen absoluto del cemento			0.1228	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Agua			0.2350	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
						0.378
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>					
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.3048	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	<b>0.622</b>
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3172	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>					<b>1.000</b>
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
	CEMENTO			383	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA			235	Lt/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO			811	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO			822	Kg/m <sup>3</sup>	
	<b>PESO DE MEZCLA</b>			<b>2250</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>						
	AGREGADO FINO HUMEDO			821.3	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			825.7	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
				%	<b>Lts/m<sup>3</sup></b>	
	AGREGADO FINO			-0.10	-0.8	
	AGREGADO GRUESO			0.20	1.6	
					0.8	
	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>				<b>235.8</b>	<b>Lts/m<sup>3</sup></b>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
	CEMENTO			383	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA			236	Lts/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO			821	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO			826	Kg/m <sup>3</sup>	
	<b>PESO DE MEZCLA</b>			<b>2266</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (42 lt.)</b>						
	CEMENTO			16.09	Kg	
	AGUA			9.90	Lts	
	AGREGADO FINO			34.49	Kg	
	AGREGADO GRUESO			34.68	Kg	
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>				<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>		
<b>C</b>	1.0			<b>C</b>	1.0	
<b>A.F</b>	2.14			<b>A.F</b>	2.07	
<b>A.G</b>	2.16			<b>A.G</b>	2.13	
<b>H2o</b>	26.98 Kg.			<b>H2o</b>	26.98 LT.	

Fuente: elaboración Propia.

Interpretamos: Relativo a la tabla, se puede visualizar los cálculos desarrollados en porcentaje al cemento, al agregado de la arena y el peso específico de la grava. Se

determinó el diseño de mezcla para alcanzar lo requerido, en correlación al agua y cemento es de 0.58 según lo normado por el método ACI, para alcanzar la resistencia y durabilidad solicitada para el concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>. Para la obtención del peso cemento, se realizó la división entre el agua-cemento a/c. obteniendo como resultado 383 kg/m<sup>3</sup>, correlativamente se realizó para los siguientes materiales, brindándonos las siguientes proporciones en kg/m<sup>3</sup>. Los cuáles serán visualizados en la siguiente tabla.

**Tabla 14.** *Proporciones de diseño de mezcla patrón para el concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>*

PROPORCIÓN DE DISEÑO PATRÓN			
CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA
383 kg/m <sup>3</sup>	821 kg/m <sup>3</sup>	826 kg/m <sup>3</sup>	236 Lts/m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración Propia.

**Tabla 15. Diseño de mezcla de concreto con la adición de la fibra de vidrio de 1%**

f'c 210 kg/cm²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m³	P. UNITARIO C. Kg/m³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12	3.13	1.3	1.2	1555.0	1810.0
AGREGADO FINO	2.66					
AGREGADO GRUESO	2.59	7.39	0.5	0.7	1517.0	1611.0
FIBRA DE VIDRIO	2.53					
<b>MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA CHRISTOFER (EL CAMION)</b>						
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO			4	pulg	
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4 "		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.61		
4	AGUA			235		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.32		
<b>B) ANÁLISIS DE DISEÑO</b>						
<b>FACTOR CEMENTO</b>			<b>383.000</b>	<b>Kg/m³</b>	<b>9.0</b>	<b>Bls/m³</b>
Volumen absoluto del cemento			0.1228	m³/m³		
Volumen absoluto del Agua			0.2350	m³/m³		
Volumen absoluto del Aire			0.0200	m³/m³		
						0.378
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						
Volumen absoluto del Agregado fino			0.3048	m³/m³		<b>0.622</b>
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3172	m³/m³		
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						<b>1.000</b>
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO</b>						
CEMENTO			383	Kg/m³		
AGUA			235	Lt/m³		
AGREGADO FINO			811	Kg/m³		
AGREGADO GRUESO			822	Kg/m³		
FIBRA DE VIDRIO 1%			3.830	Kg/m³		
<b>PESO DE MEZCLA</b>			<b>2254</b>	<b>Kg/m³</b>		
<b>D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>						
AGREGADO FINO HUMEDO			821.3	Kg/m³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO			825.7	Kg/m³		
<b>E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
AGREGADO FINO			-0.10	Lts/m³		
AGREGADO GRUESO			0.20	1.6		
				0.8		
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>				<b>235.8</b>	<b>Lts/m³</b>	
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO</b>						
CEMENTO			383	Kg/m³		
AGUA			236	Lts/m³		
AGREGADO FINO			821	Kg/m³		
AGREGADO GRUESO			826	Kg/m³		
FIBRA DE VIDRIO 1%			3.830	Kg/m³		
<b>PESO DE MEZCLA</b>			<b>2270</b>	<b>Kg/m³</b>		
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (42 lt.)</b>						
CEMENTO			16.09	Kg		
AGUA			9.90	Lts		
AGREGADO FINO			34.49	Kg		
AGREGADO GRUESO			34.68	Kg		
FIBRA DE VIDRIO 1%			160.9	g		
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>			<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>			
<b>C</b>	1.0		<b>C</b>	1.0		
<b>A.F</b>	2.14		<b>A.F</b>	2.07		
<b>A.G</b>	2.16		<b>A.G</b>	2.13		
<b>H2o</b>	26.98 Kg.		<b>H2o</b>	26.98 LT.		

Fuente: elaboración Propia.

Interpretamos: Referido a la tabla, se puede observar los cálculos vinculados al porcentaje del cemento, al agregado fino, el peso específico del agregado grueso y el porcentaje de fibra de vidrio se empleó 1% de este material en relación con el peso del cemento cuyo peso específico está en base a las especificaciones técnicas del material. Se precisó el diseño de mezcla para alcanzar lo solicitado, el cual se determinó mediante el método ACI, para lograr la resistencia y durabilidad requerida para el concreto  $210 \text{ kg/cm}^2$ , Con respecto a las proporciones de los agregados, seguirán siendo los mismos volúmenes de diseño patrón, ya que la adición de la fibra de vidrio no influye en valores, producto que será añadido directamente en la mezcla al momento de introducir los materiales en la mezcladora, esta dosificación corresponde de a 160.9g de fibra de vidrio siendo el 1% de este. Los cuáles serán reflejados en la siguiente tabla.

**Tabla 16.** *Proporciones de diseño de mezcla con la adición del 1% de fibra de vidrio para el concreto  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$*

PROPORCIÓN DE DISEÑO CON LA ADICIÓN DEL 1% DE FIBRA DE VIDRIO				
CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA	FIBRA DE VIDRIO
383 kg/m <sup>3</sup>	821 kg/m <sup>3</sup>	826 kg/m <sup>3</sup>	236 Lts/m <sup>3</sup>	3.83 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración Propia.

**Tabla 17. Diseño de mezcla de concreto con la adición de la fibra de vidrio de 3%**

f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12	3.13	1.3	1.2	1555.0	1810.0
AGREGADO FINO	2.66					
AGREGADO GRUESO	2.59	7.39	0.5	0.7	1517.0	1611.0
FIBRA DE VIDRIO	2.53					
<b>MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA CHRISTOFER (EL CAMION)</b>						
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO			3.5	pulg	
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4 "		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.61		
4	AGUA			235		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.32		
<b>B) ANÁLISIS DE DISEÑO</b>						
	<b>FACTOR CEMENTO</b>		<b>383.000</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>9.0</b>	<b>Bls/m<sup>3</sup></b>
	Volumen absoluto del cemento			0.1228	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Agua			0.2350	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
						0.378
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>					
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.3048	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	<b>0.622</b>
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3172	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>					<b>1.000</b>
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
	CEMENTO			383	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA			235	Lt/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO			811	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO			822	Kg/m <sup>3</sup>	
	FIBRA DE VIDRIO 3%			11.490	Kg/m <sup>3</sup>	
	<b>PESO DE MEZCLA</b>			<b>2262</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>						
	AGREGADO FINO HUMEDO			821.3	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			825.7	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
	AGREGADO FINO			-0.10	-0.8	
	AGREGADO GRUESO			0.20	1.6	
					0.8	
	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>				<b>235.8</b>	<b>Lts/m<sup>3</sup></b>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
	CEMENTO			383	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA			236	Lts/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO			821	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO			826	Kg/m <sup>3</sup>	
	FIBRA DE VIDRIO 3%			11.490	Kg/m <sup>3</sup>	
	<b>PESO DE MEZCLA</b>			<b>2277</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (42 lt.)</b>						
	CEMENTO			16.09	Kg	
	AGUA			9.90	Lts	
	AGREGADO FINO			34.49	Kg	
	AGREGADO GRUESO			34.68	Kg	
	FIBRA DE VIDRIO 3%			482.6	g	
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>			<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>			
<b>C</b>	1.0		<b>C</b>	1.0		
<b>A.F</b>	2.14		<b>A.F</b>	2.07		
<b>A.G</b>	2.16		<b>A.G</b>	2.13		
<b>H2o</b>	26.98 Kg.		<b>H2o</b>	26.98 LT.		

Fuente: elaboración Propia.

Interpretamos: En base a la tabla, se puede apreciar los cálculos relacionados al porcentaje del cemento, al agregado fino y el peso específico del agregado grueso y el porcentaje de fibra de vidrio, se dispuso del 3% de este material en relación al peso de del cemento cuyo peso específico está en base a las especificaciones técnicas del material. Se definió el diseño de mezcla para alcanzar lo establecido, el cual se determinó mediante el método ACI, para adquirir la resistencia y durabilidad especificada para el concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, En relación a las proporciones de los agregados, continuarán siendo los mismos volúmenes de diseño patrón, debido que la adición de la fibra de vidrio no influye en valores, el cual será añadido directamente en la mezcla en el momento de introducir los materiales en la mezcladora, esta dosificación corresponde de a 482.6g de fibra de vidrio siendo el 3% de este. Los cuáles serán observados en la siguiente tabla.

**Tabla 18.** *Proporciones de diseño de mezcla con la adición del 3% de fibra de vidrio para el concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>*

PROPORCIÓN DE DISEÑO CON LA ADICIÓN DEL 3% DE FIBRA DE VIDRIO				
CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA	FIBRA DE VIDRIO
383 kg/m <sup>3</sup>	821 kg/m <sup>3</sup>	826 kg/m <sup>3</sup>	236 Lts/m <sup>3</sup>	11.49 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración Propia.



**Tabla 19. Diseño de mezcla de concreto con la adición de la fibra de vidrio de 5%**

f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12	3.13	1.3	1.2	1555.0	1810.0
AGREGADO FINO	2.66					
AGREGADO GRUESO	2.59	7.39	0.5	0.7	1517.0	1611.0
FIBRA DE VIDRIO	2.53					
<b>MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA CHRISTOFER (EL CAMION)</b>						
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO			3	pulg	
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4 "		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.61		
4	AGUA			235		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.32		
<b>B) ANÁLISIS DE DISEÑO</b>						
	<b>FACTOR CEMENTO</b>		<b>383.000</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>9.0</b>	<b>Bls/m<sup>3</sup></b>
	Volumen absoluto del cemento			0.1228	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Agua			0.2350	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
						0.378
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>					
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.3048	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	<b>0.622</b>
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3172	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>					<b>1.000</b>
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
	CEMENTO			383	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA			235	Lt/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO			811	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO			822	Kg/m <sup>3</sup>	
	FIBRA DE VIDRIO 5%			19.150	Kg/m <sup>3</sup>	
	<b>PESO DE MEZCLA</b>			<b>2269</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>						
	AGREGADO FINO HUMEDO			821.3	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			825.7	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
	AGREGADO FINO			-0.10	-0.8	
	AGREGADO GRUESO			0.20	1.6	
					0.8	
	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>				<b>235.8</b>	<b>Lts/m<sup>3</sup></b>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
	CEMENTO			383	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA			236	Lts/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO			821	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO			826	Kg/m <sup>3</sup>	
	FIBRA DE VIDRIO 5%			19.150	Kg/m <sup>3</sup>	
	<b>PESO DE MEZCLA</b>			<b>2285</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (42 lt.)</b>						
	CEMENTO			16.09	Kg	
	AGUA			9.90	Lts	
	AGREGADO FINO			34.49	Kg	
	AGREGADO GRUESO			34.68	Kg	
	FIBRA DE VIDRIO 5%			804.3	g	
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>			<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>			
<b>C</b>	1.0		<b>C</b>	1.0		
<b>A.F</b>	2.14		<b>A.F</b>	2.07		
<b>A.G</b>	2.16		<b>A.G</b>	2.13		
<b>H2o</b>	26.98 Kg.		<b>H2o</b>	26.98 LT.		

Fuente: elaboración Propia.

Interpretamos: En afinidad a la tabla, se puede evaluar los cálculos correspondientes al porcentaje del cemento, al agregado fino y el peso específico del agregado grueso y el porcentaje de fibra de vidrio, se aplicó del 5% de este material en relación al peso del cemento cuyo peso específico está en base a las especificaciones técnicas del material. Se fijó el diseño de mezcla para conseguir lo establecido, el cual se determinó mediante el método ACI, para hallar la resistencia y durabilidad especificada para el concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>. Referente a las proporciones de los agregados, estos vendrían siendo los mismos volúmenes de diseño patrón, A causa de que la adición de la fibra de vidrio no influye en valores, dado que será añadido directamente en la mezcla en el momento de introducir los materiales en la mezcladora, esta dosificación corresponde de a 804.3g de fibra de vidrio siendo el 5% de este. Los cuáles serán plasmados en la siguiente tabla.

**Tabla 20.** *Proporciones de diseño de mezcla con la adición del 5% de fibra de vidrio para el concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>*

PROPORCIÓN DE DISEÑO CON LA ADICIÓN DEL 5% DE FIBRA DE VIDRIO				
CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA	FIBRA DE VIDRIO
383 kg/m <sup>3</sup>	821 kg/m <sup>3</sup>	826 kg/m <sup>3</sup>	236 Lts/m <sup>3</sup>	19.15 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración Propia.

**Tabla 21. Diseño de mezcla del concreto con la adición de 1% fibra de vidrio más 1% de la cal hidratada**

f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO	2.66	3.13	1.3	1.2	1555.0	1810.0
AGREGADO GRUESO	2.59	7.39	0.5	0.7	1517.0	1611.0
FIBRA DE VIDRIO	2.53					
CAL HIDRATADA	2.30					
<b>MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA CHRISTOFER (EL CAMION)</b>						
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO			2.5	pulg	
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4 "		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.61		
4	AGUA			235		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.32		
<b>B) ANÁLISIS DE DISEÑO</b>						
<b>FACTOR CEMENTO</b>			<b>383.000</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>9.0</b>	<b>Bls/m<sup>3</sup></b>
Volumen absoluto del cemento				0.1228	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Agua				0.2350	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
						0.378
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						
Volumen absoluto del Agregado fino				0.3048	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3172	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						<b>1.000</b>
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
CEMENTO				379	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				235	Lt/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				811	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				822	Kg/m <sup>3</sup>	
FIBRA DE VIDRIO 1%				3.830	Kg/m <sup>3</sup>	
CAL HIDRATADA 1%				3.830	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>PESO DE MEZCLA</b>				<b>2254</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>						
AGREGADO FINO HUMEDO				821.3	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				825.7	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
				%	<b>Lts/m<sup>3</sup></b>	
AGREGADO FINO				-0.10	-0.8	
AGREGADO GRUESO				0.20	1.6	
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>					<b>0.8</b>	
					<b>235.8</b>	<b>Lts/m<sup>3</sup></b>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
CEMENTO				379	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				236	Lts/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				821	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				826	Kg/m <sup>3</sup>	
FIBRA DE VIDRIO 1%				3.830	Kg/m <sup>3</sup>	
CAL HIDRATADA 1%				3.830	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>PESO DE MEZCLA</b>				<b>2266</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (42 lt.)</b>						
CEMENTO				15.93	Kg	
AGUA				9.90	Lts	
AGREGADO FINO				34.49	Kg	
AGREGADO GRUESO				34.68	Kg	
FIBRA DE VIDRIO 1%				160.9	g	
CAL HIDRATADA 1%				160.9	g	
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>				<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>		
<b>C</b>	1.0			<b>C</b>	1.0	
<b>A.F</b>	2.17			<b>A.F</b>	2.09	
<b>A.G</b>	2.18			<b>A.G</b>	2.15	
<b>H2o</b>	26.98 Kg.			<b>H2o</b>	26.98 LT.	

Fuente: elaboración Propia.

Interpretamos: Referido a la tabla, se puede observar los cálculos vinculados al porcentaje del cemento, al agregado fino, el peso específico del agregado grueso y el porcentaje de fibra de vidrio se empleó 1% de este material en relación al peso de al cemento y el 1% de la cal hidratada que sustituirá a este. Los pesos específicos de estas dos adiciones están en base a las especificaciones técnicas de los materiales. Se precisó el diseño de mezcla para alcanzar lo solicitado, el cual se determinó mediante el método ACI, para lograr la resistencia y durabilidad requerida para el concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>. Con respecto a las proporciones de los agregados, seguirán siendo los mismos volúmenes del diseño patrón, ya que la adición de la fibra de vidrio no se ve involucrado en los valores, producto que este será añadida directamente en la mezcla al momento de introducir los materiales, pero el volumen del cemento bajaría en relación a su peso en un 1%, ya que será sustituida por la cal hidratada. Esta dosificación corresponde de un 3.83 kg/m<sup>3</sup> de fibra de vidrio y un 3.83 kg/m<sup>3</sup> de cal hidratada. Los cuáles serán reflejados en la siguiente tabla.

**Tabla 22.** *Proporciones de diseño de mezcla con la adición del 1% de fibra de vidrio más 1% de cal hidratada para el concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>*

PROPORCIÓN DE DISEÑO CON LA ADICIÓN DEL 1% DE FIBRA DE VIDRIO MÁS 1% DE CAL HIDRATADA					
CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA	FIBRA DE VIDRIO	CAL HIDRATADA
379 kg/m <sup>3</sup>	821 kg/m <sup>3</sup>	826 kg/m <sup>3</sup>	236 Lts/m <sup>3</sup>	3.83 kg/m <sup>3</sup>	3.83 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración Propia.

**Tabla 23. Diseño de mezcla del concreto con la adición de 3% fibra de vidrio más 5% de la cal hidratada**

f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12	3.13	1.3	1.2	1555.0	1810.0
AGREGADO FINO	2.66					
AGREGADO GRUESO	2.59					
FIBRA DE VIDRIO	2.53					
CAL HIDRATADA	2.30					
<b>MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA CHRISTOFER (EL CAMION)</b>						
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO			2	pulg	
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4 "		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.61		
4	AGUA			235		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.32		
<b>B) ANÁLISIS DE DISEÑO</b>						
	<b>FACTOR CEMENTO</b>	<b>383.000</b>		<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>9.0</b>	<b>Bls/m<sup>3</sup></b>
	Volumen absoluto del cemento			0.1228	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Agua			0.2350	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
						0.378
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>					
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.3048	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	<b>0.622</b>
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3172	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>					<b>1.000</b>
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
	CEMENTO			364	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA			235	Lt/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO			811	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO			822	Kg/m <sup>3</sup>	
	FIBRA DE VIDRIO 3%			11.490	Kg/m <sup>3</sup>	
	CAL HIDRATADA 5%			19.150	Kg/m <sup>3</sup>	
	<b>PESO DE MEZCLA</b>			<b>2262</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>						
	AGREGADO FINO HUMEDO			821.3	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			825.7	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
				%	<b>Lts/m<sup>3</sup></b>	
	AGREGADO FINO			-0.10	-0.8	
	AGREGADO GRUESO			0.20	1.6	
					0.8	
	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>				<b>235.8</b>	<b>Lts/m<sup>3</sup></b>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
	CEMENTO			364	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA			236	Lts/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO			821	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO			826	Kg/m <sup>3</sup>	
	FIBRA DE VIDRIO 3%			11.490	Kg/m <sup>3</sup>	
	CAL HIDRATADA 5%			19.150	Kg/m <sup>3</sup>	
	<b>PESO DE MEZCLA</b>			<b>2258</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (42 lt.)</b>						
	CEMENTO			15.28	Kg	
	AGUA			9.90	Lts	
	AGREGADO FINO			34.49	Kg	
	AGREGADO GRUESO			34.68	Kg	
	FIBRA DE VIDRIO 3%			482.6	g	
	CAL HIDRATADA 5%			804.3	g	
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>				<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>		
	<b>C</b>	1.0		<b>C</b>	1.0	
	<b>A.F</b>	2.26		<b>A.F</b>	2.18	
	<b>A.G</b>	2.27		<b>A.G</b>	2.24	
	<b>H2o</b>	26.98 Kg.		<b>H2o</b>	26.98 LT.	

Fuente: elaboración Propia.

Interpretamos: En base a la tabla, se puede apreciar los cálculos relacionados al porcentaje del cemento, al agregado fino y el peso específico del agregado grueso y el porcentaje de fibra de vidrio, se dispuso del 3% de este material en relación al peso de la mezcla y el 5% de la cal hidratada que sustituirá a este. Se definió el diseño de mezcla para alcanzar lo establecido, el cual se determinó mediante el método ACI, para adquirir la resistencia y durabilidad especificada para el concreto  $210 \text{ kg/cm}^2$ , En relación a las proporciones de los agregados, continuarán siendo los mismos volúmenes del diseño patrón, debido que la adición de la fibra de vidrio no influye en valores, el cual será añadido directamente en la mezcla en el momento de introducir los materiales en la mezcladora, en cambio el volumen del cemento se disminuiría en relación a su peso en un 5%, ya que será sustituida por la cal hidratada, esta dosificación corresponde de a  $11.49 \text{ kg/m}^3$  de fibra de vidrio siendo 3% y un  $19.15 \text{ kg/m}^3$  de cal hidratada.

**Tabla 24.** *Proporciones de diseño de mezcla con la adición del 3% de fibra de vidrio más 5% de cal hidratada para el concreto  $f'c$   $210 \text{ kg/cm}^2$*

PROPORCIÓN DE DISEÑO CON LA ADICIÓN DEL 3% DE FIBRA DE VIDRIO MÁS 5% DE CAL HIDRATADA					
CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA	FIBRA DE VIDRIO	CAL HIDRATADA
$364 \text{ kg/m}^3$	$821 \text{ kg/m}^3$	$826 \text{ kg/m}^3$	$236 \text{ Lts/m}^3$	$11.49 \text{ kg/m}^3$	$19.15 \text{ kg/m}^3$

Fuente: elaboración Propia.

**Tabla 25. Diseño de mezcla del concreto con la adición de 5% fibra de vidrio más 10% de la cal hidratada**

f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12	3.13	1.3	1.2	1555.0	1810.0
AGREGADO FINO	2.66					
AGREGADO GRUESO	2.59					
FIBRA DE VIDRIO	2.53					
CAL HIDRATADA	2.30					
<b>MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA CHRISTOFER (EL CAMION)</b>						
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO			1.5	pulg	
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4 "		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.61		
4	AGUA			235		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.32		
<b>B) ANÁLISIS DE DISEÑO</b>						
	<b>FACTOR CEMENTO</b>	<b>383.000</b>		<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>9.0</b>	<b>Bls/m<sup>3</sup></b>
	Volumen absoluto del cemento			0.1228	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Agua			0.2350	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
						0.378
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>					
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.3048	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	<b>0.622</b>
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3172	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>					<b>1.000</b>
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
	CEMENTO			345	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA			235	Lt/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO			811	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO			822	Kg/m <sup>3</sup>	
	FIBRA DE VIDRIO 5%			19.150	Kg/m <sup>3</sup>	
	CAL HIDRATADA 10%			38.300	Kg/m <sup>3</sup>	
	<b>PESO DE MEZCLA</b>			<b>2269</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>						
	AGREGADO FINO HUMEDO			821.3	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			825.7	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
	AGREGADO FINO			%	Lts/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO			-0.10	-0.8	
	AGREGADO GRUESO			0.20	1.6	
					0.8	
	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>				<b>235.8</b>	<b>Lts/m<sup>3</sup></b>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
	CEMENTO			345	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA			236	Lts/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO			821	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO			826	Kg/m <sup>3</sup>	
	FIBRA DE VIDRIO 5%			19.150	Kg/m <sup>3</sup>	
	CAL HIDRATADA 10%			38.300	Kg/m <sup>3</sup>	
	<b>PESO DE MEZCLA</b>			<b>2247</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (42 lt.)</b>						
	CEMENTO			14.48	Kg	
	AGUA			9.90	Lts	
	AGREGADO FINO			34.49	Kg	
	AGREGADO GRUESO			34.68	Kg	
	FIBRA DE VIDRIO 5%			804.3	g	
	CAL HIDRATADA 10%			1608.6	g	
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>				<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>		
	<b>C</b>	1.0		<b>C</b>	1.0	
	<b>A.F</b>	2.38		<b>A.F</b>	2.30	
	<b>A.G</b>	2.40		<b>A.G</b>	2.37	
	<b>H2o</b>	26.98 Kg.		<b>H2o</b>	26.98 LT.	

Fuente: elaboración Propia.

Interpretamos: En afinidad a la tabla, se puede evaluar los cálculos correspondientes al porcentaje del cemento, al agregado fino y el peso específico del agregado grueso y el porcentaje de fibra de vidrio, se aplicó del 5% de este material en relación al peso de la mezcla y el 10% de la cal hidratada que sustituirá a este. Se fijó el diseño de mezcla para conseguir lo establecido, el cual se determinó mediante el método ACI, para hallar la resistencia y durabilidad especificada para el concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>. Referente a las proporciones de los agregados, estos vendrían siendo los mismos volúmenes de diseño patrón, a causa que la adición de la fibra de vidrio no influye en valores, dado que será añadido directamente en la mezcla en el momento de introducir los materiales, sin embargo el volumen del cemento se reducirá en relación a su peso en un 10%, puesto que será remplazada por la cal hidratada, esta dosificación corresponde de a 19.15 kg/m<sup>3</sup> de fibra de vidrio siendo 5% y un 38.30 kg/m<sup>3</sup> de cal hidratada.

**Tabla 26.** *Proporciones de diseño de mezcla con la adición del 5% de fibra de vidrio más 10% de cal hidratada para el concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>*

PROPORCIÓN DE DISEÑO CON LA ADICIÓN DEL 5% DE FIBRA DE VIDRIO MÁS 10% DE CAL HIDRATADA					
CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA	FIBRA DE VIDRIO	CAL HIDRATADA
345 kg/m <sup>3</sup>	821 kg/m <sup>3</sup>	826 kg/m <sup>3</sup>	236 Lts/m <sup>3</sup>	19.15 kg/m <sup>3</sup>	38.30 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración Propia.

**Tabla 27.** *Comparación de las proporciones del diseño de mezcla patrón y la dosificación óptima de la adición de la fibra de vidrio y cal hidratada para el concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>*

PROPORCIÓN DE DISEÑO PATRÓN					
CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA		
383 kg/m <sup>3</sup>	821 kg/m <sup>3</sup>	826 kg/m <sup>3</sup>	236 Lts/m <sup>3</sup>		
PROPORCIÓN DE DISEÑO CON LA ADICIÓN DEL 3% DE FIBRA DE VIDRIO MÁS 5% DE CAL HIDRATADA					
CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA	FIBRA DE VIDRIO	CAL HIDRATADA
364 kg/m <sup>3</sup>	821 kg/m <sup>3</sup>	826 kg/m <sup>3</sup>	236 Lts/m <sup>3</sup>	11.49 kg/m <sup>3</sup>	19.15 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración Propia.



## **Ensayo de asentamiento del concreto**

La trabajabilidad en el concreto, permite que este sea más fácil de manejar en el tiempo de mezclado, transporte y compactado. Si se desea que el concreto fresco sea trabajable, se debe seleccionar adecuadamente las proporciones de los agregados. Una de las propiedades relacionadas con la trabajabilidad es la consistencia, el cual está definida por la fluidez de la mezcla, permitiéndole desplazarse dentro del encofrado. Una buena consistencia de la mezcla referente al asentamiento es la plástica, ya que permite que la mezcla fluya fácilmente y se adapte al encofrado sin presentar segregación. El asentamiento del concreto se determinó mediante el ensayo de cono de Abrams en todos los diseños de mezcla presentados anteriormente por medio de los siguientes procedimientos, los cuales serán visualizados en la tabla 38.

Procedimiento del Ensayo de cono de Abrams:

- El molde se humedece previamente, colocándolo sobre una superficie plana. Se sujetan las aletas del cono al momento de pisarlo para mantenerlo inmóvil. Seguidamente, se vierte una capa de mezcla a una altura del tercio superior, chuseando con una barrila de acero aplicando 25 golpes en toda la sección.
- Posteriormente, se sigue el mismo procedimiento para las dos capas de concreto y cada una de ellas con los 25 golpes hasta la parte inferior del cono.
- Cuando el molde se llena por completo, se enraza y se retira lentamente el cono en una dirección vertical. En ese momento el concreto fresco se asienta. La diferencia entre la altura de mezcla fresca y el cono, se denomina asentamiento o slump. Este procedimiento se debe realizar en tan solo dos minutos a lo máximo.

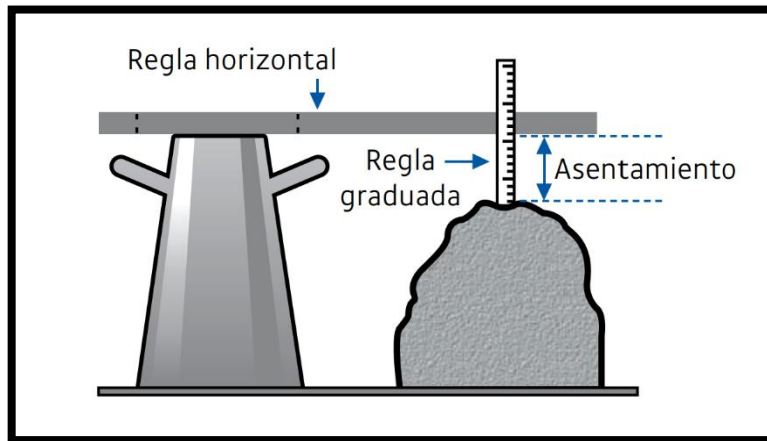


Figura 9. Asentamiento del concreto.

Fuente: reproducido de Aceros Arequipa, Boletín construyendo.

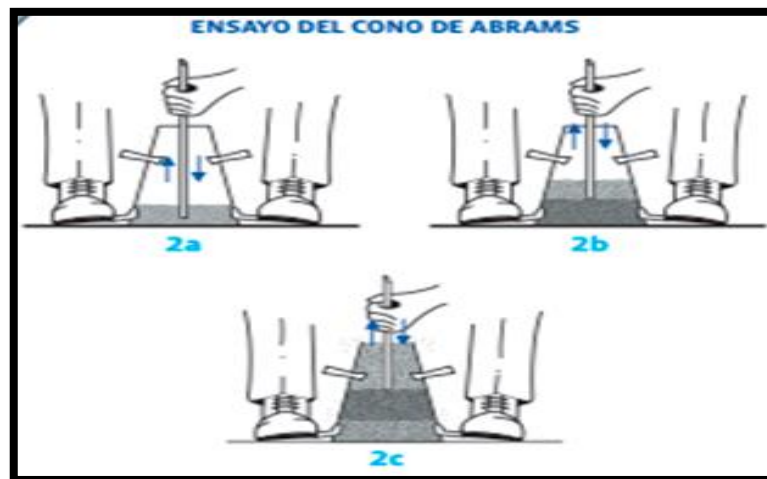


Figura 10. Procedimiento del Ensayo del cono de Abrams.

Fuente: reproducido de Aceros Arequipa, Boletín construyendo.

**Tabla 28.** Ensayo de asentamiento de la mezcla con las diferentes adiciones

DISEÑO DE MEZCLA	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO
PATRÓN	4 pulgadas
1% FIBRA VIDRIO	4 pulgadas
3% FIBRA VIDRIO	3.5 pulgadas
5% FIBRA VIDRIO	3 pulgadas
1% FIBRA VIDRIO + 1% CAL HIDRATADA	2.5 Pulgadas
3% FIBRA VIDRIO + 5% CAL HIDRATADA	2 pulgadas
5% FIBRA VIDRIO + 10% CAL HIDRATADA	1.5 pulgadas

Fuente: elaboración Propia.

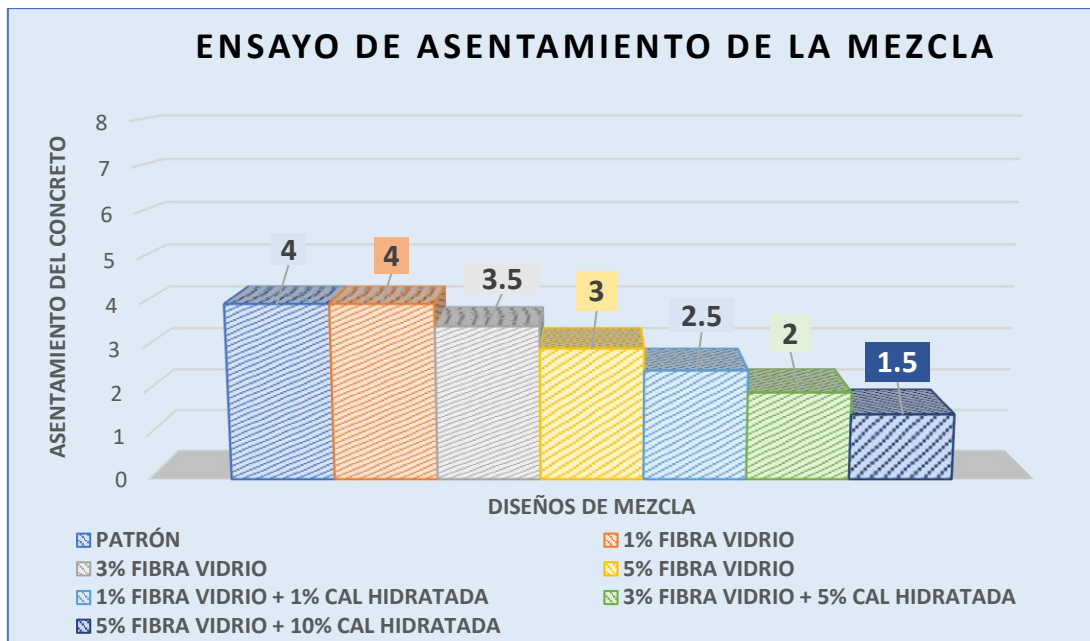


Figura 11. Ensayo de asentamiento de los diferentes diseños de mezcla.

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: se puede observar en el gráfico, los valores de los asentamientos de los diferentes diseños de mezcla, con la adición de la fibra de vidrio y asimismo a las dosificaciones de la fibra de vidrio más la cal hidratada. Donde se obtuvo resultados que todas las adicciones de fibra de vidrio al 1%, al 3 % y al 5%, cumplen con los rangos establecidos en ASTM C143 y en la NTP, en el cual especifica que, si se desea contar con una buena trabajabilidad, el slump debe variar en 3 a 4 pulgadas. En cambio, las adicciones de la fibra de vidrio más la cal hidratada, disminuyen considerablemente el asentamiento de la mezcla, ya que no llegarían ni a las 3 pulgadas, donde alcanzan valores de 2.5, 2 y un 1.5 pulgadas.

## Resultados de los ensayos a compresión y flexión

### Ensayos a la compresión con la adición de la fibra de vidrio

Se ejecutaron los ensayos de acorde con la norma NTP 339 en el laboratorio de JJ Geotecnia S.A.C, todas las probetas ensayadas a la compresión fueron registradas para mantener un orden en los resultados, se nombró y enumero a cada muestra referido a la dosificación que le corresponde, en relación con la fibra de vidrio se tiene al 1%, al 3% y al 5% y la muestra patrón, donde cada una de ellas contaron con 3 muestras para cada adición y para cada edad debido a que los resultados se promediaron para obtener un resultado más preciso además que la NTP 339 así lo establece. Contando así con 36 probetas, las cuales fueron sometidas en la máquina de compresión en las edades de 7, 14 y 28 días para determinar su resistencia y ver si cumplen con la resistencia solicitada ( $210 \text{ kg/cm}^2$ ), cuyos resultados se verán reflejados en las siguientes tablas.

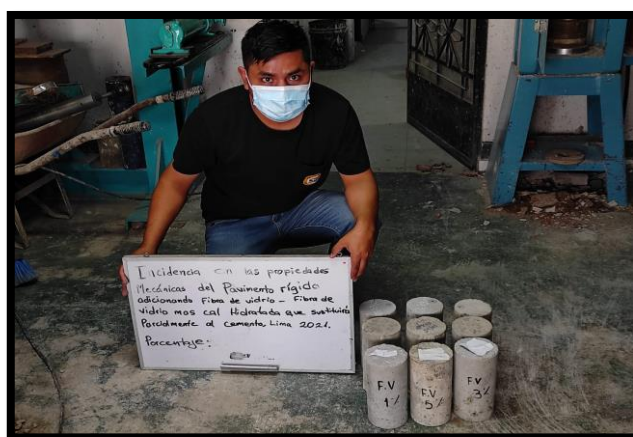


Figura 12. Probetas con la adición de la fibra de vidrio, en proceso a rotura.

Fuente: elaboración Propia

**Tabla 29.** Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días con la adición de la fibra de vidrio

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE VIDRIO						
DISEÑO DE PROBETAS		7 DÍAS			PROMEDIO	
FECHA DE ROTURA 13/04/2021	DOSIFICACIONES	ESFUERZO $\text{kg/cm}^2$ (FUERZA MÁXIMA / ÁREA)			$F'c \text{ kg/cm}^2$	$\%F'c$
PROBETAS	PROBETA PATRÓN	199.7	194.4	194.3	196.13	93.40
	1% FIBRA VIDRIO	182.9	177.7	181.5	180.70	86.05
	3% FIBRA VIDRIO	175.8	167.1	173.9	172.27	82.03
	5% FIBRA VIDRIO	133.8	130.5	127.4	130.57	62.17

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: En la tabla se aprecia las diferentes resistencias a la compresión a los 7 días de fraguado entre la probeta patrón y las probetas con la adición de la fibra de vidrio al 1%, 3% y al 5%. Contando así con 12 probetas, de cuales se divide en 3 muestras para cada respectiva incorporación, se obtuvieron 3 diferentes resultados de las cuales fueron promediadas para tener un resultado más preciso, En razón a la muestra patrón, se obtiene un esfuerzo promedio de 196 kg/cm<sup>2</sup>, asimismo para los demás grupos de estudio; con la adición del 1%: 180.70 kg/cm<sup>2</sup>, al 3%: 172.27 kg/cm<sup>2</sup> y con la inclusión del 5% alcanza un esfuerzo de 130.57 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 30.** Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días con la adición de la fibra de vidrio

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE VIDRIO						
DISEÑO DE PROBETAS		14 DÍAS			PROMEDIO	
FECHA DE ROTURA 22/04/2021	DOSIFICACIONES	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup> (FUERZA MÁXIMA / ÁREA)			F'c kg/cm <sup>2</sup>	%F'c
PROBETAS	PROBETA PATRÓN	201.1	202.6	200.7	201.47	95.94
	1% FIBRA VIDRIO	202.3	201.5	203.7	202.50	96.43
	3% FIBRA VIDRIO	204.8	203.6	203.7	204.03	97.16
	5% FIBRA VIDRIO	180.6	195.9	182.4	186.30	88.71

Fuente: elaboración Propia.

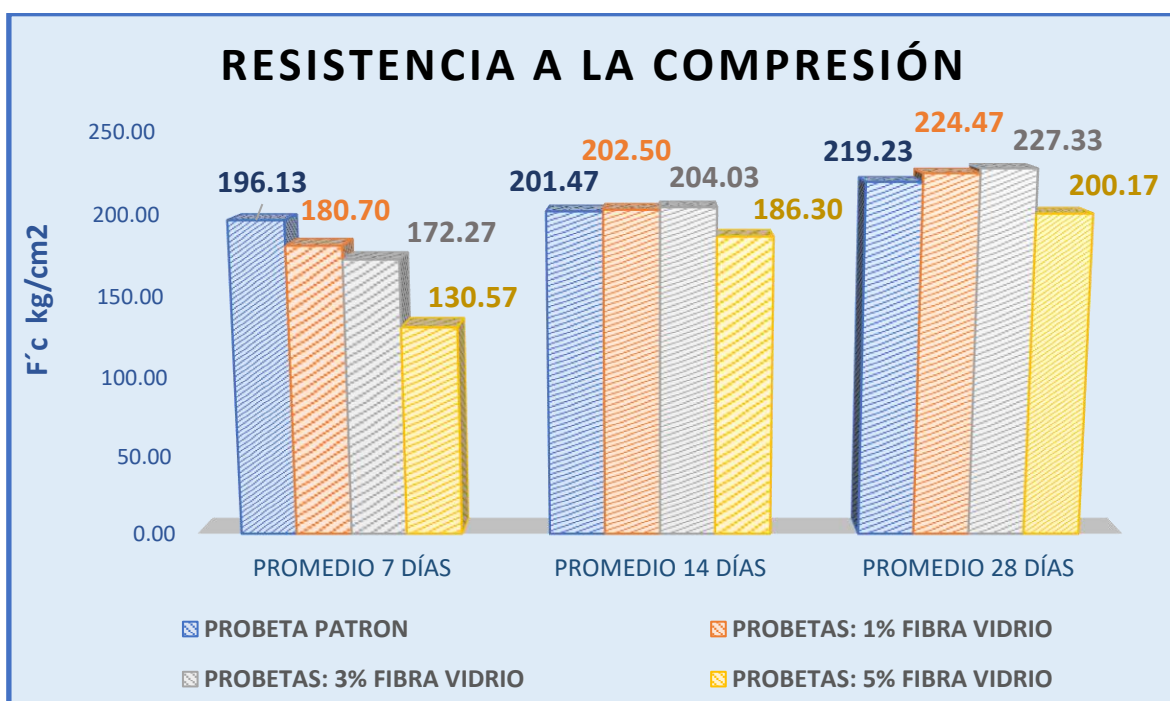
Interpretación: En razón a la tabla, se observa las diferentes resistencias a la compresión a los 14 días de fraguado entre la probeta patrón y las probetas con la adición de la fibra de vidrio al 1%, 3% y al 5%, obteniendo así diferentes esfuerzos los cuales fueron promediados para precisar sus resultados. En razón a la muestra patrón, se obtiene un esfuerzo promedio de 201.47 kg/cm<sup>2</sup>, asimismo para los demás grupos de estudio; con la adición del 1%: 202.5 kg/cm<sup>2</sup>, al 3%: 204.03 kg/cm<sup>2</sup> y con la inclusión del 5% alcanza un esfuerzo de 186.30 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 31.** Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días con la adición de la fibra de vidrio

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE VIDRIO						
DISEÑO DE PROBETAS		28 DÍAS			PROMEDIO	
FECHA DE ROTURA 06/05/2021	DOSIFICACIONES	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup> (FUERZA MÁXIMA / ÁREA)			F'c kg/cm <sup>2</sup>	%F'c
PROBETAS	PROBETA PATRÓN	218.8	220.9	218.0	219.23	104.40
	1% FIBRA VIDRIO	222.4	225.7	225.3	224.47	106.89
	3% FIBRA VIDRIO	227.6	227.8	226.6	227.33	108.25
	5% FIBRA VIDRIO	199.7	200.9	199.9	200.17	95.32

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: Relativo a la tabla, se observa las diferentes resistencias a la compresión a los 28 días de fraguado entre la probeta patrón y las probetas con la adición de la fibra de vidrio al 1%, 3% y al 5%, obteniendo así diferentes esfuerzos los cuales fueron promediados para precisar sus resultados. En razón a la muestra patrón, esta cumple con la resistencia de diseño, ya que obtiene un esfuerzo promedio de 219.23 kg/cm<sup>2</sup>, asimismo para los demás grupos de estudio; con la adición del 1%: 224.47 kg/cm<sup>2</sup>, al 3%: 227.33 kg/cm<sup>2</sup> y con la inclusión del 5% alcanza un esfuerzo de 200.17 kg/cm<sup>2</sup>.



**Figura 13.** Resistencia a la compresión promedio del concreto con la adición de la fibra de vidrio.

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: se visualiza en el gráfico la comparación de los resultados promedio de la resistencia a la compresión de las probetas patrón y con la adición de fibra de vidrio al 1%, al 3% y al 5% a las edades de 7, 14 y 28 días, donde se refleja que para el día 7 de fraguado el esfuerzo promedio de la muestra patrón supera a las demás con un valor de 196.13 kg/cm<sup>2</sup> y conforme van pasando los días, los esfuerzos van variando, ya que la probeta con la adición del 3 % de la fibra de vidrio sobrepasa a las demás muestras debido a que obtiene un esfuerzo de 204.03 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días. En el tercer bloque nos muestra la variación de resistencia a la compresión a los 28 días, siendo donde el concreto llega a su máxima resistencia, en el que se puede apreciar que la probeta patrón supera en resistencia a la del diseño, teniendo un 219 kg/cm<sup>2</sup> de esfuerzo, entonces al comparar con las probetas con adiciones de fibra de vidrio, el porcentaje que favorece es la dosificación del 3% con una resistencia de 227.33 kg/cm<sup>2</sup>, con un porcentaje del esfuerzo a la compresión del concreto de 128.25 % y comparándolo con la de diseño este incrementa la resistencia del concreto en un 8.25%, y para las demás dosificaciones, se observa que al 1% sobrepasa a lo esperado con un valor 224.47 kg/cm<sup>2</sup> incrementando un 4.40 %, con respecto al 5% este nunca llega a lo deseado, concluyendo así que la adición de la fibra de vidrio logra aumentar la resistencia del concreto a la compresión.

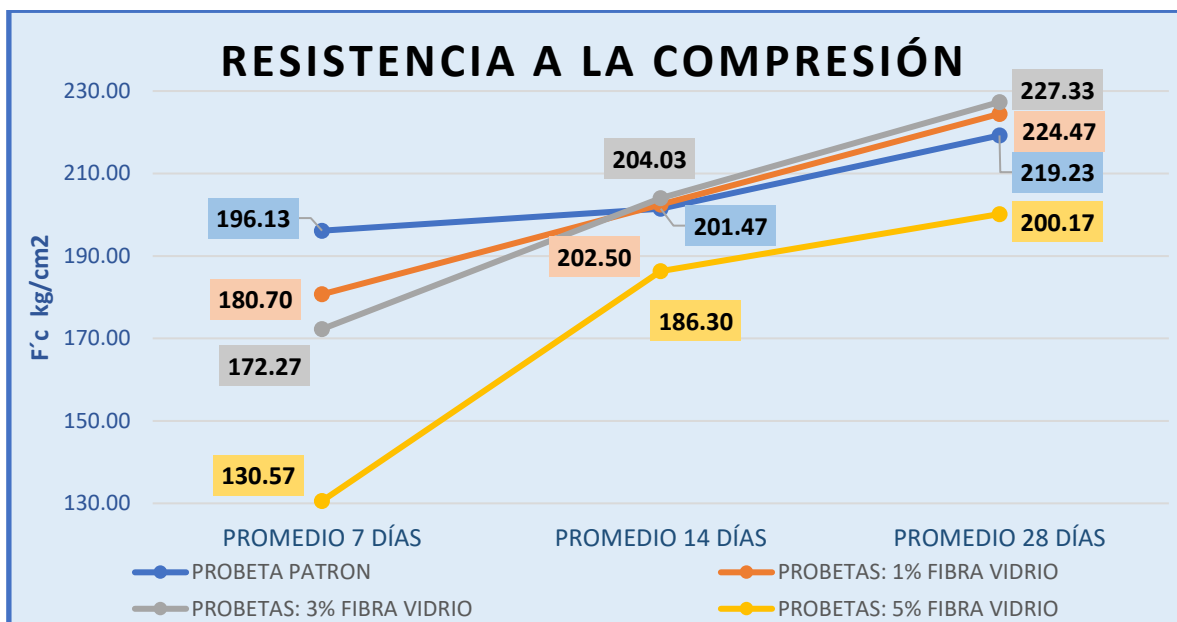


Figura 14. Gráfico línea de resistencias a la compresión promedio del concreto con la adición de la fibra de vidrio.

Fuente: elaboración Propia.



Interpretación: referente al gráfico, se observa la comparación de las líneas de crecimiento de la resistencia por compresión, de las muestras con la adición de fibra de vidrio, como también los puntos donde el concreto obtiene su esfuerzo máximo, de inicio y declive. Apreciándose que la dosificación óptima, es la adición del 3% de la fibra de vidrio, ya que tiene un esfuerzo máximo de 227.33 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, teniendo como punto de inicio la dosificación del 1% y el punto de declive la adición del 5%.

### Ensayos a la flexión con la adición de la fibra de vidrio

Se ejecutaron los ensayos de acorde con la norma NTP y a la ASTM C78 en el laboratorio de JJ Geotecnia S.A.C, todas las vigas ensayadas a la flexión fueron registradas para mantener un orden en los resultados, se nombró y enumeró a cada muestra referido a la implementación que le corresponde, en relación con la fibra de vidrio se tiene al 1%, al 3% y al 5% y asimismo a las dosificaciones de la fibra de vidrio más la cal hidratada que sustituirá parcialmente al cemento al 1% con 1%, al 3% con 5% y con la inclusión del 5% y 10% de la fibra de vidrio más cal hidratada respectivamente, donde cada una de ellas contaron con 3 muestras para cada dosificación y para cada edad, dado que los resultados se promediaron para lograr un resultado más preciso además que la NTP 339 así lo establece. Disponiendo así con 36 vigas, las cuales fueron ensayadas en la máquina de flexión en las edades de 7, 14 y 28 días para evaluar su resistencia y ver si cumplen con el módulo de rotura solicitada, cuyos resultados se verán reflejados en las siguientes tablas.

**Tabla 32.** Resistencia a la flexión del concreto a los 7 días con la adición de la fibra de vidrio

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LAS MUESTRAS DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE VIDRIO					
DISEÑO DE VIGAS		7 DÍAS			PROMEDIO
FECHA DE ROTURA 5/03/2022	DOSIFICACIONES	MÓDULO DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup> (FUERZA MÁXIMA / ÁREA)			MÓDULO ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
PROBETAS	PROBETA PATRÓN	33	33	31	32.33
	1% FIBRA VIDRIO	34	35	34	34.33
	3% FIBRA VIDRIO	42	43	43	42.67
	5% FIBRA VIDRIO	39	33	33	35.00

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: Relativo a la tabla, se examina las diferentes resistencias a la flexión a los 7 días de fraguado entre la viga patrón y las vigas con el complemento de la



fibra de vidrio al 1%, 3% y al 5%. Contando así con 12 muestras, por el que se divide en 3 partes para cada respectiva dosificación, se obtuvieron 3 distintos resultados las que fueron promediadas, para tener un resultado más conciso. Alusivo a la viga patrón, este logra un módulo de rotura promedio de 32.33 kg/cm<sup>2</sup>, de igual forma para las demás incorporaciones; con la adición del 1%: 34.33 kg/cm<sup>2</sup>, al 3%: 42.67 kg/cm<sup>2</sup> y con la incidencia del 5% alcanza un módulo de rotura de 35 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 33.** Resistencia a la flexión del concreto a los 14 días con la adición de la fibra de vidrio

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LAS MUESTRAS DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE VIDRIO					
DISEÑO DE VIGAS		14 DÍAS			PROMEDIO
FECHA DE ROTURA 12/03/2022	DOSIFICACIONES	MÓDULO DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup> (FUERZA MÁXIMA / ÁREA)			MÓDULO ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
PROBETAS	PROBETA PATRÓN	37	37	37	37.00
	1% FIBRA VIDRIO	38	37	37	37.33
	3% FIBRA VIDRIO	49	51	51	50.33
	5% FIBRA VIDRIO	39	37	38	38.00

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: Referente a la tabla, se observa las diversas resistencias a la flexión a los 14 días de fraguado entre la viga patrón y las vigas con la adhesión de la fibra de vidrio al 1%, 3% y al 5%, obteniendo así diversos módulos de rotura los cuales fueron promediados al puntualizar sus resultados. En relación con la muestra patrón, obtiene una rotura de promedio de 37 kg/cm<sup>2</sup>, de igual forma para las demás dosificaciones; con la adición del 1%: 37.33 kg/cm<sup>2</sup>, al 3%: 53 kg/cm<sup>2</sup> y con la inclusión del 5% logra un esfuerzo de 38 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 34.** Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días con la adición de la fibra de vidrio

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LAS MUESTRAS DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE VIDRIO					
DISEÑO DE VIGAS		28 DÍAS			PROMEDIO
FECHA DE ROTURA 26/03/2022	DOSIFICACIONES	MÓDULO DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup> (FUERZA MÁXIMA / ÁREA)			MÓDULO ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
PROBETAS	PROBETA PATRÓN	40	40	39.0	39.67
	1% FIBRA VIDRIO	40	39	39	39.33
	3% FIBRA VIDRIO	46	54	55	51.67
	5% FIBRA VIDRIO	39	38	39	38.67

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: En sustento a la tabla, se observa las diversas resistencias a la flexión a los 28 días de fraguado entre la viga patrón y las vigas con la inclusión de la fibra de vidrio al 1%, 3% y al 5%, obteniendo así diferentes módulos de rotura los cuales fueron promediados, para especificar sus resultados. Referido a la muestra patrón, esta cumple con la resistencia de diseño, puesto que obtiene una rotura promedio de 39.67 kg/cm<sup>2</sup>, del mismo modo para las demás inclusiones; con la adición del 1%: 39.33 kg/cm<sup>2</sup>, al 3%: 51.67 kg/cm<sup>2</sup> y con la inclusión del 5% alcanza un esfuerzo de 38.67 kg/cm<sup>2</sup>.

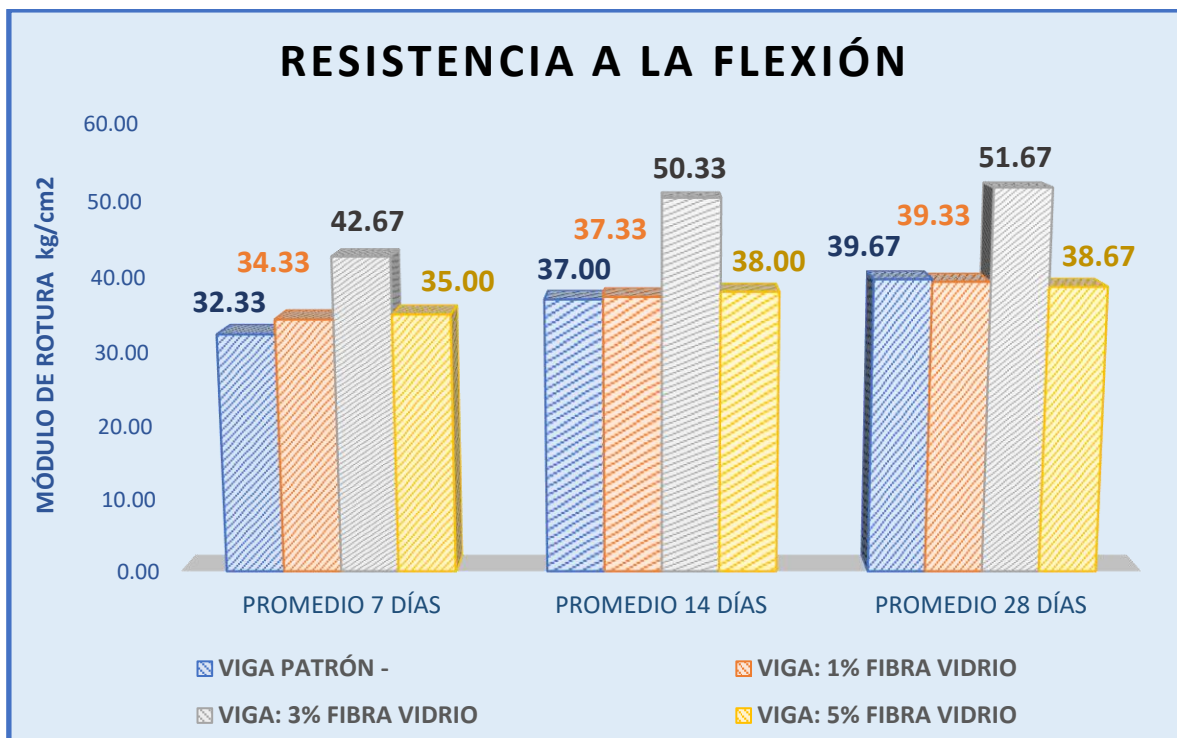


Figura 15. Resistencia a la flexión promedio del concreto con la adición de la fibra de vidrio.

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: se observa en el gráfico, la confrontación de los resultados promedio de la resistencia a la flexión de las vigas patrón y con la inclusión de fibra de vidrio al 1%, al 3% y al 5% a las edades de 7, 14 y 28 días, donde se refleja que para el día 7 de fraguado el módulo de rotura promedio supera a las dosificaciones de la adición del 3% de fibra de vidrio con un valor de 42.67 kg/cm<sup>2</sup> y de acuerdo va pasando los días los esfuerzos van variando, visto que la probeta con la adición del 3% de la fibra de vidrio sigue alcanzando una rotura superior a las demás muestras, a causa que obtiene un esfuerzo de 50.33 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días. En el tercer bloque,

nos muestra la diferentes resistencia a la flexión a los 28 días, siendo donde el concreto llega a su máxima resistencia, en el que se puede apreciar que la viga patrón sobrepasa en resistencia a la del diseño contando un 39.67 kg/cm<sup>2</sup> de módulo de rotura, por lo tanto al compararlas con las vigas con la incidencia de fibra de vidrio, el porcentaje que mejora es la dosificación del 3%, con una resistencia de 51.67 kg/cm<sup>2</sup> y contrastándola con la muestra patrón este incrementa la resistencia del concreto en un 30.25%, y relaciona a las demás dosificaciones. Se observa que al 1% se mantiene en el rango de la muestra patrón con un valor 39.33 kg/cm<sup>2</sup> siendo similares, con respecto al 5% este no beneficia al concreto, concluyendo así que la adición de la fibra de vidrio logra aumentar la resistencia del concreto a la flexión.

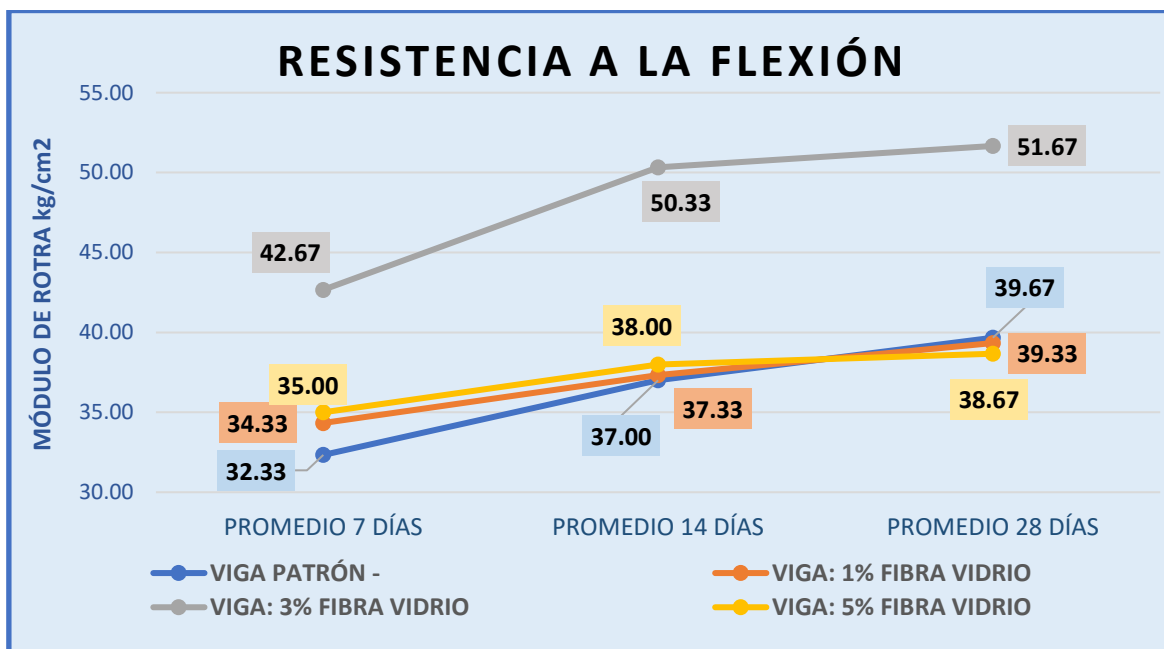


Figura 16. Gráfico línea de Resistencia a la flexión promedio del concreto con la adición de la fibra de vidrio.

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: Alusivo al gráfico, se visualiza la comparación de las líneas de crecimiento de la resistencia por flexión del concreto con la adición de fibra de vidrio, como también los puntos donde el hormigón obtiene su esfuerzo máximo, de inicio y declive. Observándose que la dosificación óptima, es la adición del 3% de la fibra de vidrio, ya que logra un módulo de rotura de 51.67 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, teniendo como punto de inicio la dosificación del 1% y el punto de declive la adición del 5%.

## Ensayos a la compresión con la adición de la fibra de vidrio más cal hidratada

**Tabla 35.** Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días con la adición de la fibra de vidrio más la cal hidratada

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE VIDRIO MAS LA CAL HIDRATADA						
DISEÑO DE VIGAS		7 DÍAS			PROMEDIO	
FECHA DE ROTURA 5/03/2022	DOSIFICACIONES	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup> (FUERZA MÁXIMA / ÁREA)			F'c kg/cm <sup>2</sup>	%F'c
PROBETAS	PROBETA PATRÓN	199.7	194.4	194.3	196.13	93.40
	1% FIBRA VIDRIO + 1% CAL HIDRATADA	161.2	161.5	153.4	158.70	75.57
	3% FIBRA VIDRIO + 5% CAL HIDRATADA	153.5	143.3	152.6	149.80	71.33
	5% FIBRA VIDRIO + 10% CAL HIDRATADA	130.6	129.2	148.4	136.07	64.79

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: En la tabla, se aprecia las diferentes resistencias a la compresión a los 7 días de fraguado entre la probeta patrón y las probetas con la adición de la fibra de vidrio al 1%, 3% y al 5%. Contando así con 12 probetas, de cuales se divide en 3 muestras para cada respectiva incorporación, se obtuvieron 3 diferentes resultados de las cuales fueron promediadas para tener un resultado más preciso, En razón a la muestra patrón, obtiene un esfuerzo promedio de 196.13 kg/cm<sup>2</sup>, asimismo para los demás grupos de estudio; con la adición del 1%: 158.70 kg/cm<sup>2</sup>, al 3%: 149.80 kg/cm<sup>2</sup> y con la inclusión del 5% alcanza un esfuerzo de 136.07 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 36.** Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días con la adición de la fibra de vidrio más la cal hidratada

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE VIDRIO MAS LA CAL HIDRATADA						
DISEÑO DE VIGAS		14 DÍAS			PROMEDIO	
FECHA DE ROTURA 12/03/2022	DOSIFICACIONES	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup> (FUERZA MÁXIMA / ÁREA)			F'c kg/cm <sup>2</sup>	%F'c
PROBETAS	PROBETA PATRÓN	201.1	202.6	200.7	201.47	95.94
	1% FIBRA VIDRIO + 1% CAL HIDRATADA	174.2	176.5	178.1	176.27	83.94
	3% FIBRA VIDRIO + 5% CAL HIDRATADA	165.4	164.1	168.8	166.10	79.10
	5% FIBRA VIDRIO + 10% CAL HIDRATADA	151.5	156.2	152.8	153.50	73.10

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: En razón a la tabla, se observa las diferentes resistencias a la compresión a los 14 días de fraguado entre la probeta patrón y las probetas con la adición de la fibra de vidrio al 1%, 3% y al 5%, obteniendo así diferentes esfuerzos

los cuales fueron promediados para precisar sus resultados. En razón a la muestra patrón, se obtiene un esfuerzo promedio de 201.47 kg/cm<sup>2</sup>, asimismo para los demás grupos de estudio; con la adición del 1%: 176.27 kg/cm<sup>2</sup>, al 3%: 166.10 kg/cm<sup>2</sup> y con la inclusión del 5% alcanza un esfuerzo de 153.50 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 37.** Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días con la adición de la fibra de vidrio más la cal hidratada

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE VIDRIO MAS LA CAL HIDRATADA						
DISEÑO DE VIGAS		28 DÍAS			PROMEDIO	
FECHA DE ROTURA 26/03/2022	DOSIFICACIONES	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup> (FUERZA MÁXIMA / ÁREA)			F'c kg/cm <sup>2</sup>	%F'c
PROBETAS	PROBETA PATRÓN	218.8	220.9	218.0	219.23	104.40
	1% FIBRA VIDRIO + 1% CAL HIDRATADA	194.4	202.4	190.8	195.87	93.27
	3% FIBRA VIDRIO + 5% CAL HIDRATADA	181.5	181.5	178.2	180.40	85.90
	5% FIBRA VIDRIO + 10% CAL HIDRATADA	165.8	167.9	168.8	167.50	79.76

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: Relativo a la tabla, se observa las diferentes resistencias a la compresión a los 28 días de fraguado entre la probeta patrón y las probetas con la adición de la fibra de vidrio al 1%, 3% y al 5%, obteniendo así diferentes esfuerzos los cuales fueron promediados para precisar sus resultados. En razón a la muestra patrón, esta cumple con la resistencia de diseño, ya que obtiene un esfuerzo promedio de 219.23 kg/cm<sup>2</sup>, asimismo para los demás grupos de estudio; con la adición del 1%: 195.87 kg/cm<sup>2</sup>, al 3%: 180.40 kg/cm<sup>2</sup> y con la inclusión del 5% alcanza un esfuerzo de 167.50 kg/cm<sup>2</sup>.

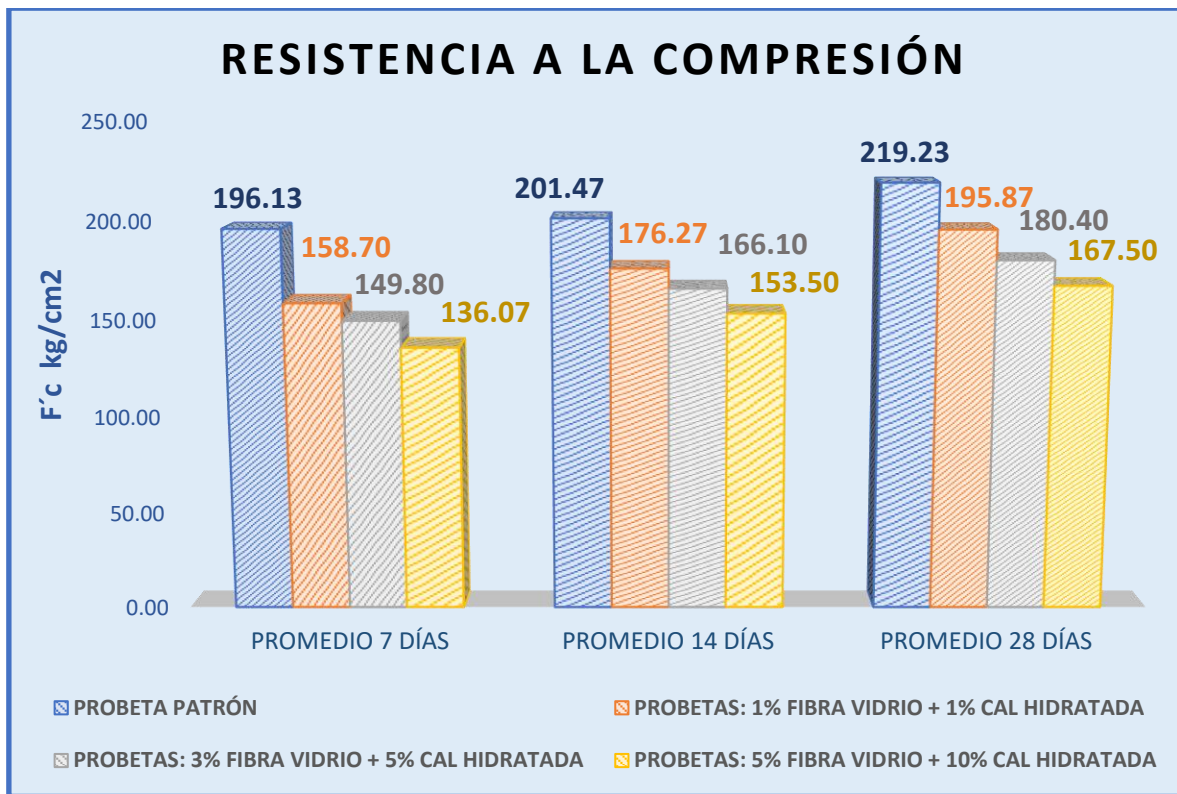


Figura 17. Resistencia a la compresión promedio del concreto con la adición de la fibra de vidrio más cal hidratada.

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: se visualiza en el gráfico, la comparación de los resultados promedio de la resistencia a la compresión de las probetas patrón y con la adición de fibra de vidrio más la cal hidratada al 1% y 1% respectivamente, al 3% y 5% y con la inclusión al 5% y 10% a las edades de 7, 14 y 28 días, donde se refleja que para el día 7 de fraguado, el esfuerzo promedio de la muestra patrón supera a las demás con un valor de 196.13 kg/cm<sup>2</sup> y conforme va pasando los días los esfuerzos van variando, ya que la probeta patrón sigue sobrepasando a las demás muestras debido a que obtiene un esfuerzo de 201.47 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días. En el tercer bloque se muestra la variación de resistencia a la compresión a los 28 días, siendo donde el concreto llega a su máxima resistencia, en el que se puede apreciar que la probeta patrón supera en resistencia a la del diseño, teniendo un 219 kg/cm<sup>2</sup> de esfuerzo, entonces al comparar las probetas con adiciones de fibra de vidrio más la cal hidratada, estas siguen desfavoreciendo en la resistencia del concreto. Es así que la muestra con 1% de fibra de vidrio más 1% de cal hidratada, es la más alta de las demás adiciones, con una resistencia de 195.87 kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje



del esfuerzo a la compresión del concreto de 93.27 % y comparándolo con la de diseño este disminuye la resistencia del concreto en un 6.73%, y para la demás dosificaciones, se observa que al 3% disminuye a lo esperado con un valor 180.40 kg/cm<sup>2</sup> bajando un 14.10 %, con respecto al 5% este sigue teniendo una resistencia baja 167.50 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo así que la adición de la fibra de vidrio más la cal hidrata no es beneficioso para el concreto a la resistencia a la compresión.

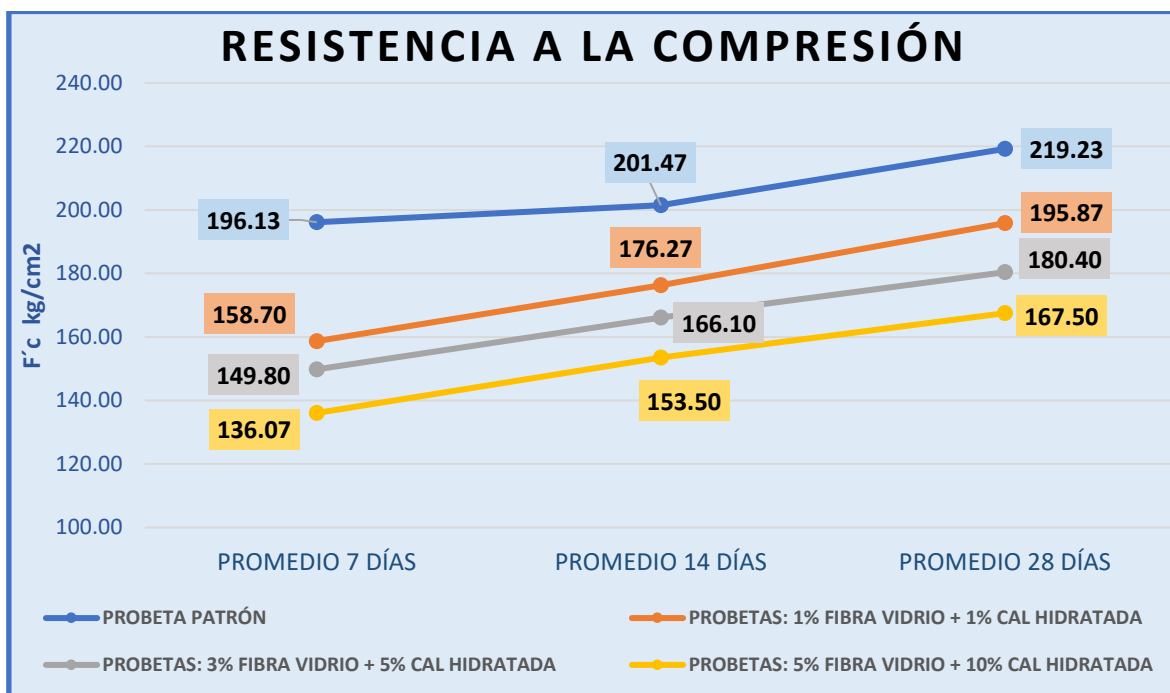


Figura 18. Gráfico lineal de resistencias a la compresión promedio del concreto con la adición de la fibra de vidrio más cal hidratada.

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: referente al gráfico, se observa la comparación de las líneas de crecimiento de la resistencia por compresión de las muestras con la adición de fibra de vidrio más la cal hidratada, como también los puntos donde el concreto obtiene su esfuerzo máximo, de inicio y declive. Apreciándose que todas las implementaciones no superan a la muestra patrón y que la dosificación óptima incorporando estos dos materiales, es la adición del 1% de fibra de vidrio más el 1% de cal hidratada, ya que alcanza un esfuerzo máximo de 195.87 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, teniendo como punto de inicio la dosificación del 3% de la fibra de vidrio más 5% de cal hidratada y el punto de declive la adición del 5% de fibra de vidrio más 10% de cal hidratada.

## Ensayos a la flexión con la adición de la fibra de vidrio más cal hidratada

**Tabla 38.** Resistencia a la flexión del concreto a los 7 días con la adición de la fibra de vidrio más la cal hidratada

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LAS MUESTRAS DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE VIDRIO MAS LA CAL HIDRATADA					
DISEÑO DE VIGAS		7 DÍAS			PROMEDIO
FECHA DE ROTURA 5/03/2022	DOSIFICACIONES	MÓDULO DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup> (FUERZA MÁXIMA / ÁREA)			MÓDULO ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
PROBETAS	PROBETA PATRÓN	33	33	31	32.33
	1% FIBRA VIDRIO + 1% CAL HIDRATADA	33	33	33	33.00
	3% FIBRA VIDRIO + 5% CAL HIDRATADA	39	40	40	39.67
	5% FIBRA VIDRIO + 10% CAL HIDRATADA	36	36	37	36.33

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: Relativo a la tabla, se examina las diferentes resistencias a la flexión a los 7 días de fraguado entre la viga patrón y las vigas con el complemento de la fibra de vidrio al 1%, 3% y al 5%. Contando así con 12 muestras, por el que se divide en 3 partes para cada respectiva dosificación, se obtuvieron 3 distintos resultados las que fueron promediadas para tener un resultado más conciso. Alusivo a la viga patrón, este logra un módulo de rotura promedio de 32.33 kg/cm<sup>2</sup>, de igual forma para las demás incorporaciones; con la adición del 1% de fibra de vidrio más el 1% de la cal hidratada: 33 kg/cm<sup>2</sup>, al 3% y 5%: 39.67 kg/cm<sup>2</sup> y con la incidencia del 5% y el 10% alcanza un módulo de rotura de 36.33 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 39.** Resistencia a la flexión del concreto a los 14 días con la adición de la fibra de vidrio más la cal hidratada

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LAS MUESTRAS DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE VIDRIO MAS LA CAL HIDRATADA					
DISEÑO DE VIGAS		14 DÍAS			PROMEDIO
FECHA DE ROTURA 12/03/2022	DOSIFICACIONES	MÓDULO DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup> (FUERZA MÁXIMA / ÁREA)			MÓDULO ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
PROBETAS	PROBETA PATRÓN	37	37	37	37.00
	1% FIBRA VIDRIO + 1% CAL HIDRATADA	39	39	40	39.33
	3% FIBRA VIDRIO + 5% CAL HIDRATADA	49	48	49	48.67
	5% FIBRA VIDRIO + 10% CAL HIDRATADA	38	37	38	37.67

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: Referente a la tabla, se observa las diversas resistencias a la flexión a los 14 días de fraguado entre la viga patrón y las vigas con la adhesión de la fibra de vidrio al 1%, 3% y al 5%, obteniendo así diversos módulos de rotura los cuales



fueron promediados para puntualizar sus resultados. En relación con la muestra patrón, se obtiene una rotura de promedio de 37 kg/cm<sup>2</sup>, de igual forma para las demás dosificaciones; con la adición del 1% de fibra de vidrio y 1% de la cal hidratada: 46.67 kg/cm<sup>2</sup>, al 3% y 5%: 48.67 kg/cm<sup>2</sup> y con la inclusión del 5% y el 10% logra un esfuerzo de 37.67 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 40.** Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días con la adición de la fibra de vidrio más la cal hidratada

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LAS MUESTRAS DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE VIDRIO MAS LA CAL HIDRATADA					
DISEÑO DE VIGAS		28 DÍAS			PROMEDIO
FECHA DE ROTURA 26/03/2022	DOSIFICACIONES	MÓDULO DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup> (FUERZA MÁXIMA / ÁREA)			MÓDULO ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
PROBETAS	PROBETA PATRÓN	40	40	39.0	39.67
	1% FIBRA VIDRIO + 1% CAL HIDRATADA	39	40	42	40.33
	3% FIBRA VIDRIO + 5% CAL HIDRATADA	50	48	50	49.33
	5% FIBRA VIDRIO + 10% CAL HIDRATADA	39	39	39	39.00

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: En sustento a la tabla, se observa las diversas resistencias a la flexión a los 28 días de fraguado entre la viga patrón y las vigas con la inclusión de la fibra de vidrio al 1%, 3% y al 5%, obteniendo así diferentes módulos de rotura los cuales fueron promediados para especificar sus resultados. Referido a la muestra patrón, esta cumple con la resistencia de diseño, puesto que obtiene una rotura promedio de 39.67 kg/cm<sup>2</sup>, del mismo modo para las demás inclusiones; con la adición del 1% de fibra de vidrio y 1% de la cal hidratada: 40.33 kg/cm<sup>2</sup>, al 3% y 5%: 49.33 kg/cm<sup>2</sup> y con la inclusión del 5% y el 10% alcanza un esfuerzo de 39 kg/cm<sup>2</sup>.

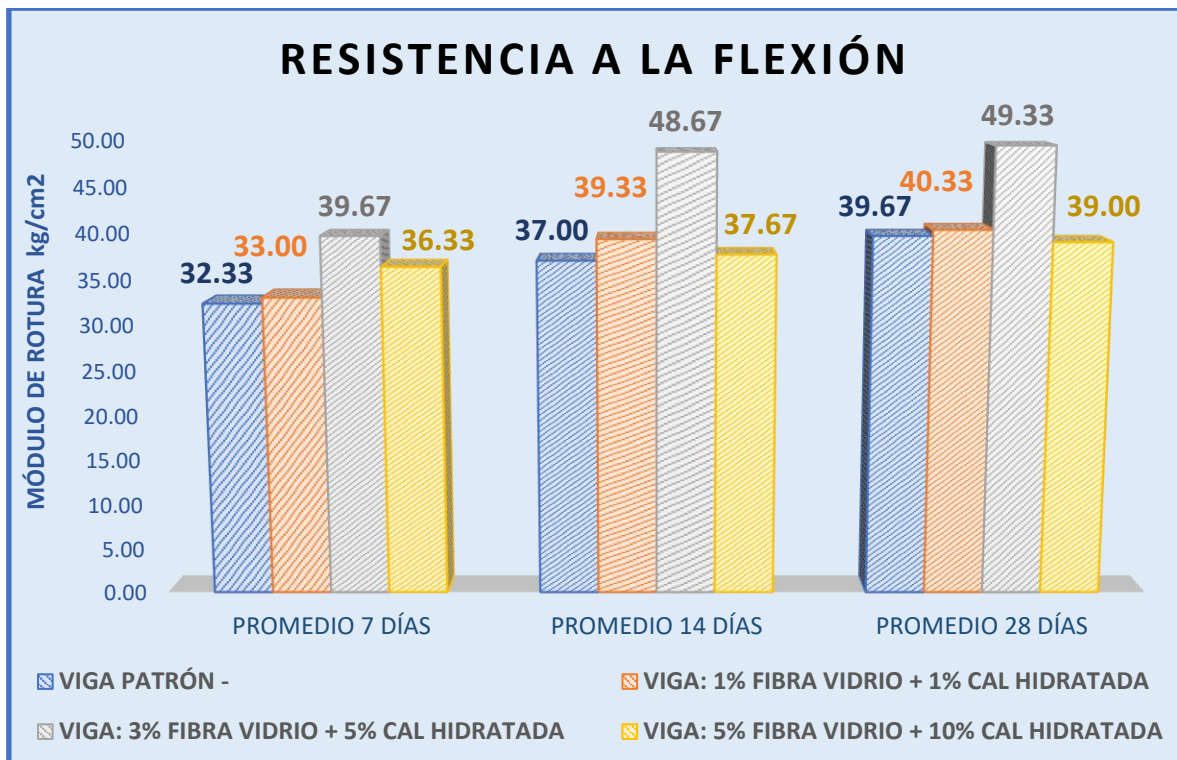


Figura 19. Resistencia a la flexión promedio del concreto con la adición de la fibra de vidrio más cal hidratada.

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: se observa el gráfico, la confrontación de los resultados promedio de la resistencia a la flexión de las vigas patrón y con la inclusión de fibra de vidrio más la cal hidratada al 1% y 1% respectivamente, al 3% y 5% y con la inclusión al 5% y 10% a las edades de 7, 14 y 28 días, donde se refleja que para el día 7 de fraguado, el módulo de rotura promedio supera a las dosificaciones es de la adición del 3% de fibra de vidrio con un valor de 39.67 kg/cm<sup>2</sup> y de acuerdo va pasando los días de fraguado, los esfuerzos van variando visto que las vigas con la adición del 3 % de la fibra de vidrio más cal hidratada alcanza una rotura superior a las demás muestras a causa que obtiene un esfuerzo de 48.67 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días. En el tercer bloque nos muestra la diferentes resistencia a la flexión a los 28 días, siendo aquí que el concreto llega a su máxima resistencia, en el que se puede apreciar que la viga patrón sobrepasa en resistencia a la del diseño contando un 39.67 kg/cm<sup>2</sup> de módulo de rotura, por lo tanto al compararlas con las vigas con incidencia de fibra de vidrio más cal hidratada, el porcentaje que beneficia es la dosificación del 3% con una resistencia de 49.33 kg/cm<sup>2</sup> y contrastándola con la viga patrón este incrementa la resistencia del concreto en un 24.35%, y relaciona a las demás

dosificación se observa que al 1% supera a lo esperado con un valor 40.33 kg/cm<sup>2</sup> incrementando un 1.4% a la viga patrón, y con respecto al 5% esta incidencia también favorece al concreto, siendo el punto de declive de la incorporación de estos dos materiales con un módulo de rotura de 39 kg/cm<sup>2</sup>, concluyendo así que la adición de la fibra de vidrio logra aumentar la resistencia del concreto a la flexión.

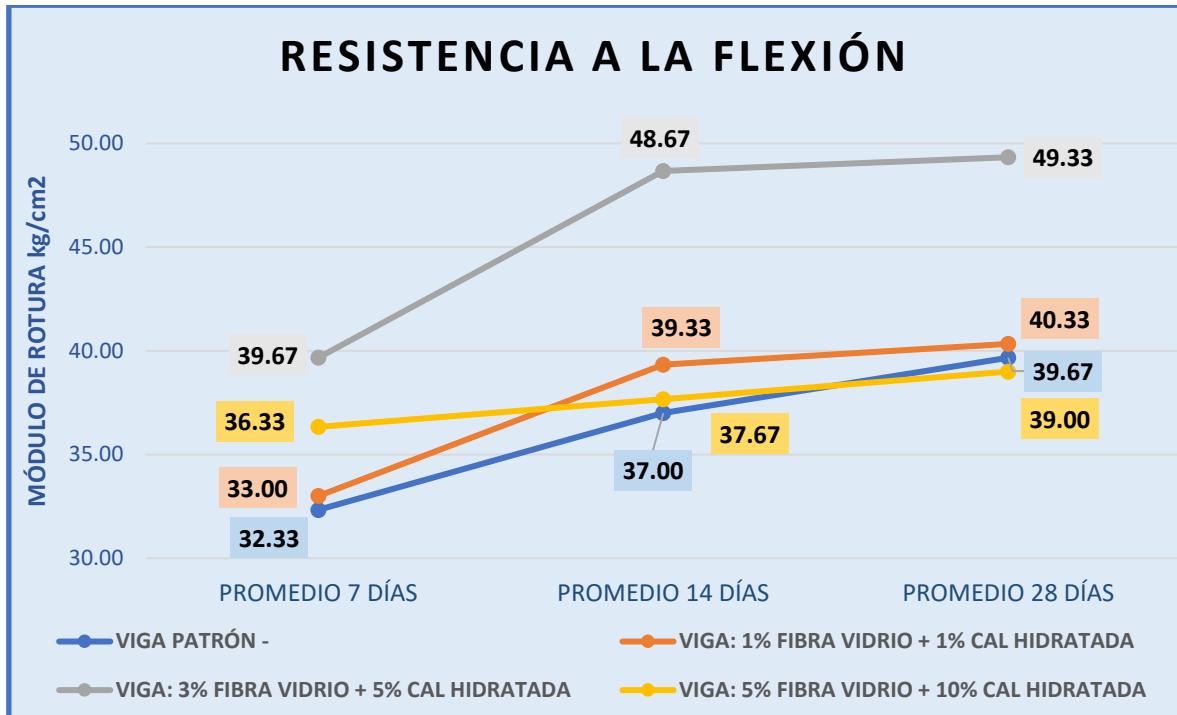


Figura 20. Gráfico Lineal de resistencia a la flexión promedio del concreto con la adición de la fibra de vidrio más cal hidratada.

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: Referido al gráfico, se visualiza la comparación de las líneas de crecimiento de la resistencia por flexión del concreto con la adición de fibra de vidrio más la cal hidratada, como también los puntos donde el hormigón obtiene su esfuerzo máximo, de inicio y declive. Observándose que la dosificación óptima es la adición del 3% de la fibra de vidrio más el 5% de la cal hidratada, ya que logra un módulo de rotura máximo de 49.33 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, teniendo como punto de inicio la dosificación del 1% de fibra de vidrio más el 1% de la cal hidratada y el punto de declive la adición del 5% de fibra de vidrio más el 10% de la cal hidratada.

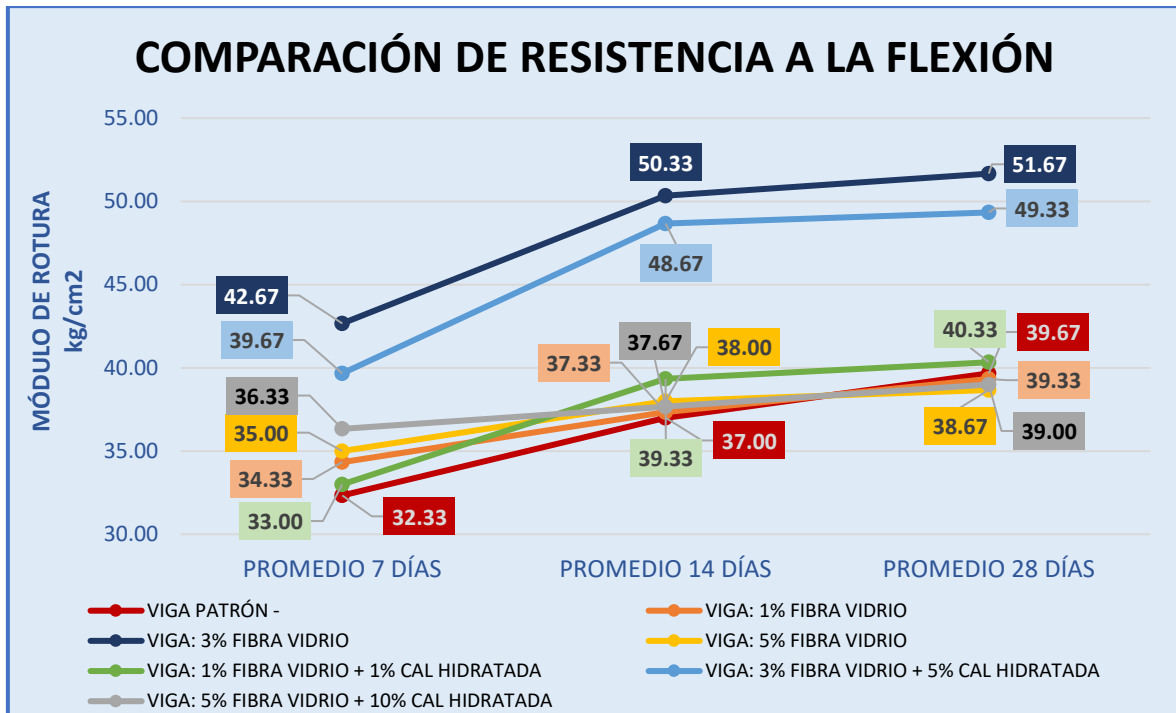


figura 21. Gráfico Lineal de comparación de resistencia a la flexión promedio del concreto con la adición de la fibra de vidrio - fibra de vidrio más cal hidratada.

Fuente: elaboración Propia.

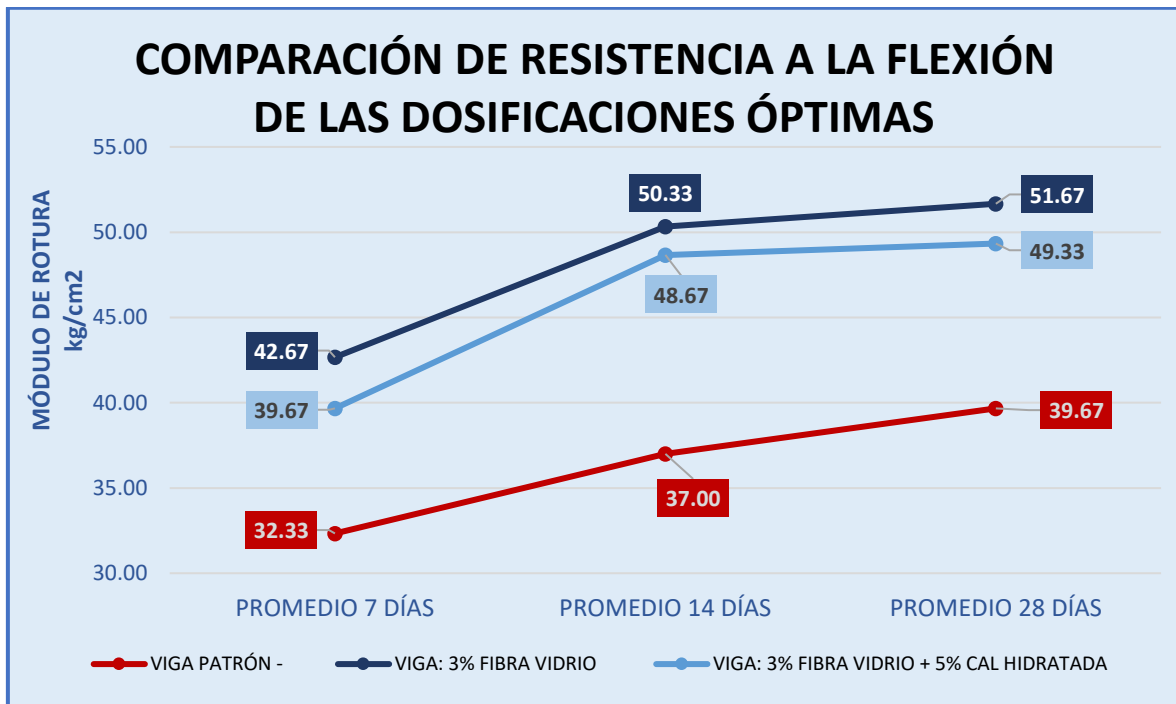


Figura 22. Gráfico lineal de comparación de resistencia a la flexión promedio del concreto con las dosificaciones óptimas de la adición de la fibra de vidrio - fibra de vidrio más cal hidratada.

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: Referido a los dos gráficos, se visualizan la comparación de las líneas de crecimiento de la resistencia por flexión del concreto con la adición de fibra de vidrio y este mismo material más la cal hidratada, como también el punto donde el concreto llega a su esfuerzo máximo. Observándose que la dosificación de la adición del 3% de la fibra de vidrio, alcanza el punto máximo del módulo de rotura con un valor de 51.67 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, pero como se tiene como objetivo disminuir el costo de la construcción del pavimento rígido mediante la sustitución parcial del cemento por la cal hidratada, la dosificación óptima vendría ser la adición del 3% de la fibra de vidrio más el 5% de la cal hidratada, logrando un esfuerzo de 49.33 kg/cm<sup>2</sup>.

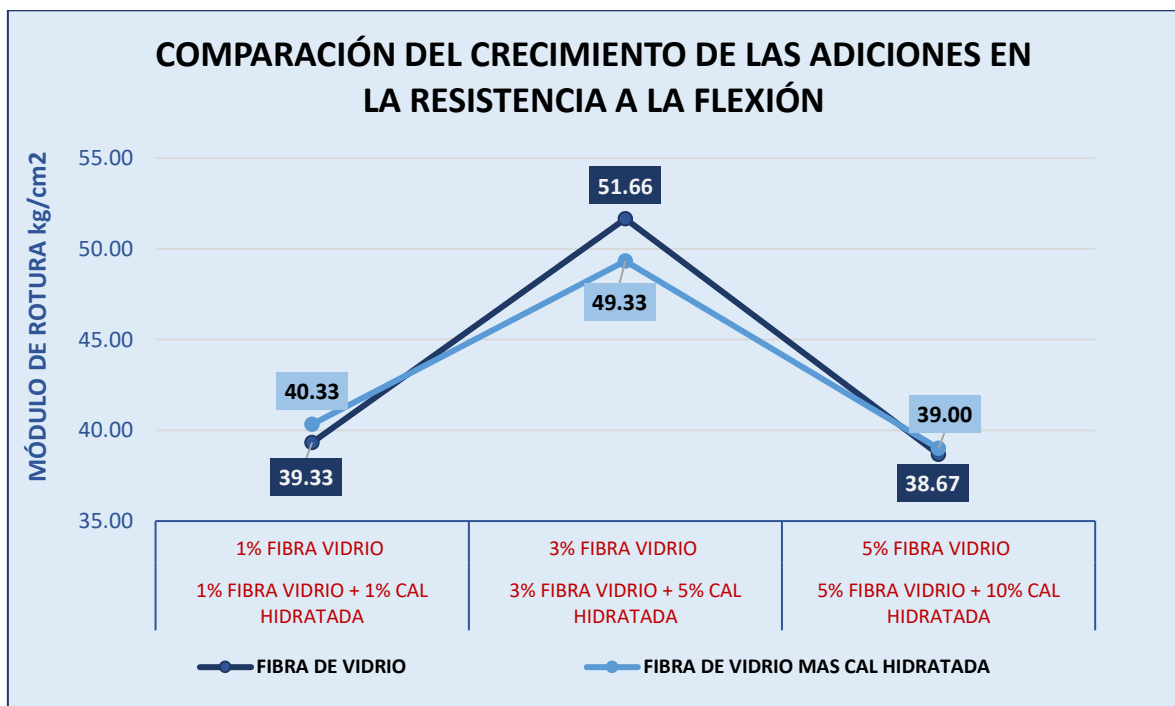


Figura 23. Gráfico lineal de comparación de resistencia a la flexión promedio del concreto con las dosificaciones óptimas de la adición de la fibra de vidrio - fibra de vidrio más cal hidratada.

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: Se visualiza en el gráfico la línea de crecimiento de las adiciones en el concreto del 1%, 3%, 5% de fibra de vidrio y asimismo a las dosificaciones de la fibra de vidrio más la cal hidratada que sustituirá parcialmente al cemento al 1% con 1%, al 3% con 5% y con la inclusión del 5% y 10% respectivamente

## ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE LA CONSTRUCCIÓN ENTRE UN PAVIMENTO RÍGIDO CONVENCIONAL Y EL PAVIMENTO RÍGIDO CON LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE VIDRIO Y LA CAL HIDRATADA.

En esta parte de la investigación, se realizó un análisis comparativo entre un pavimento rígido convencional y el pavimento rígido con la adición de la cal hidratada. Para lograr el estudio comparativo de costos, se tomaron en cuenta únicamente los costos de la construcción de los pavimentos, donde se obtuvo el costo total de la construcción, es decir el presupuesto de la obra.

### ESPECIFICACIONES

#### ESPECIFICACIONES DEL PAVIMENTO RÍGIDO CONVENCIONAL

A continuación, se detallará las especificaciones del pavimento rígido convencional, como también la planilla de metrados y el presupuesto total del proyecto.

**Tabla 41.** *Especificaciones del pavimento convencional*

PAVIMENTO RÍGIDO CONVENCIONAL		
ESPECIFICACIONES	METRADO	UND
LONGITUD DEL PAVIMENTO	100	m
ANCHO DE LA CALZADA	6	m
BOMBEO	2	%
ESPEJOR DEL PAVIMENTO = E	0.2	m
PERIODO	20	años

Fuente: elaboración Propia

**Tabla 42.** *Resumen de cantidades de recursos requeridos para un pavimento rígido convencional*

PROPORCIONES DE DISEÑO DE MEZCLA PARA EL PAVIMENTO RÍGIDO CONVENCIONAL		
CONCRETO F'c 210 KG/CM2	UND	CANTIDAD
	120	M3
MATERIALES		
AGREGADOS	UND	CANTIDAD
CEMENTO	1284.36	bls
	54585.30	kg
AG. GRUESO	69.60	m3
AG. FINO	68.40	m3
AGUA	24.00	m3
	24000.00	lts

Fuente: elaboración Propia.

## INTEGRACIÓN DEL METRADO PARA EL PAVIMENTO RÍGIDO CONVENCIONAL

La integración de costos para un pavimento rígido se resume en la tabla.

**Tabla 43. Panilla del resumen de metrados del pavimento convencional**

<b>PROYECTO</b>	INCIDENCIAS EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO-FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA, LIMA 2020
<b>SNIP N°</b>	
<b>ENTIDAD</b>	PROPIO

Item	Descripción	Und	Metrado
<b>1.00</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>		
1.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTA	GBL	1.00
1.02	CASETA DE OBRA Y ALMACEN PROVISIONAL	m2	40.00
1.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X 8.50 m EN BANNER, INC. ESTRUCT. E INST	UND	1.00
<b>2.00</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
2.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO (durante toda la obra)	m2	600.00
2.02	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	mes	3.00
2.03	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA	m2	600.00
2.04	NIVELACION DE TAPA DE BUZONES	UND	1.00
<b>3.00</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>		
3.01	IMPLEMENTACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA	GBL	1.00
3.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	UND	25.00
3.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	GBL	1.00
3.04	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRA	GBL	1.00
<b>4.00</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
4.01	EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE C/EQUIPO P/PAVIMENTO	m3	100.00
4.02	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION C/VOLQ.	m3	130.00
<b>5.00</b>	<b>PAVIMENTOS</b>		
5.01	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE	m2	600.00
5.02	BASE GRANULAR ; E=0.15 m - C/EQUIPO	m2	600.00
5.03	PASTIFICANTE DE MEZCLA CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal	321.00
5.04	IMPERMEBLE DE CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	gal	321.00
5.05	CONCRETO EN OBRA f'c=210 kg/cm2 E=0.20CM EN PISTAS	m3	120.00
5.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PISTAS	m3	23.63
5.07	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	gal	30.00
5.08	INSTALACION DE ELEMENTOS DE TRANSFERENCIA EN LOSA DE CONCRETO (DOWEL LISO DDE 40	kg	100.00
5.09	JUNTA DE CONTRACCION TRANSVERSAL E=1"*5cm(INC. CORTE, ASERRADO)	m	72.00
5.10	JUNTAS DE CONSTRUCCION TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL	m	232.00
5.11	SELLADO DE JUNTAS DE CONSTRUCCION	m	232.00
<b>6.00</b>	<b>SARDINEL PERALTADO</b>		
6.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE SARDINEL	m2	28.00
6.02	CONCRETO EN OBRA f'c=175 kg/cm2 PARA SARDINELES PERALTADOS (ING. ACABADOS	m3	14.00
6.03	JUNTAS ASFALTICAS EN SARDINELES	pto	67.00
<b>7.00</b>	<b>SEÑALIZACIÓN</b>		
7.01	SEÑALIZACION HORIZONTAL ( LINEA DISCONTINUA)	m	50.00
7.02	SEÑALIZACION HORIZONTAL ( LINEA CONTINUA)	m	45.00
7.03	SEÑALIZACION HORIZONTAL (SIMBOLOS Y LETRAS)	m2	26.42
<b>8.00</b>	<b>VARIOS</b>		

Fuente: elaboración Propia.

## ESPECIFICACIONES DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON LA ADICIÓN ÓPTIMA DEL 3% DE FIBRA DE VIDRIO MÁS 5% DE LA CAL HIDRATADA

A continuación, se detallará las especificaciones del pavimento rígido con la adición óptima del 3% de fibra de vidrio más 5% de la cal hidratada, como también la planilla de metrados y el presupuesto total del proyecto.

**Tabla 44.** Especificaciones del pavimento rígido con la adición óptima del 3% de fibra de vidrio más 5% de la cal hidratada

PAVIMENTO RÍGIDO CON LA ADICIÓN DEL ÓPTIMA DEL 3% DE FIBRA DE VIDRIO MÁS 5% DE LA CAL HIDRATADA		
ESPECIFICACIONES	METRADO	UND
LONGITUD DEL PAVIMENTO	100	m
ANCHO DE LA CALZADA	6	m
BOMBEO	2	%
ESPESOR DEL PAVIMENTO = E	0.2	m
PERIODO	20	años

Fuente: elaboración Propia.

**Tabla 45.** Resumen de cantidades de recursos requeridos para un pavimento rígido con la adición óptima del 3% de fibra de vidrio

PROPORCIONES DE DISEÑO DE MEZCLA CON LA ADICIÓN DEL 3% DE FIBRA DE VIDRIO MÁS EL 5% DE CAL HIDRATADA PARA EL PAVIMENTO RÍGIDO		
CONCRETO F'C 210 KG/CM2	UND	CANTIDAD
	120	m3
MATERIALES		
AGREGADOS	UND	CANTIDAD
CEMENTO	1284.36	bls
	54585.30	kg
AG. GRUESO	69.60	m3
AG. FINO	68.40	m3
AGUA	24.00	m3
	24000.00	lts
FIBRA DE VIDRIO 3%	1637.56	kg

Fuente: elaboración Propia.



**Tabla 46.** Resumen de cantidades de recursos requeridos para un pavimento rígido con la adición óptima del 3% de fibra de vidrio más 5% de la cal hidratada

PROPORCIONES DE DISEÑO DE MEZCLA CON LA ADICIÓN DEL 3% DE FIBRA DE VIDRIO MÁS EL 5% DE CAL HIDRATADA PARA EL PAVIMENTO RÍGIDO		
CONCRETO F'c 210 KG/CM2	UND	CANTIDAD
	120	m3
MATERIALES		
AGREGADOS	UND	CANTIDAD
CEMENTO	1220.14	bls
	51856.03	kg
AG. GRUESO	69.60	m3
AG. FINO	68.40	m3
AGUA	24.00	m3
	24000.00	lts
FIBRA DE VIDRIO 3%	1637.56	kg
CAL HIDRATADA 5%	2729.27	kg

Fuente: elaboración Propia.

## INTEGRACIÓN DEL METRADO PARA EL PAVIMENTO RÍGIDO CON LA ADICIÓN ÓPTIMA DEL 3% DE FIBRA DE VIDRIO – FIBRA DE VIDRIO 3% MÁS 5% DE LA CAL HIDRATADA

La integración de costos para un pavimento rígido con la adición óptima del 3% de fibra de vidrio – fibra de vidrio más 5% de la cal hidratada se resume en la siguiente tabla.

**Tabla 47.** *Panilla del resumen de metrados del pavimento rígido con la adición óptima de los materiales empleados el 3% de fibra de vidrio – 3% fibra de vidrio más 5% de la cal hidratada*

<b>RESUMEN DE METRADOS</b>			
<b>PROYECTO</b>	INCIDENCIAS EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO- FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA, LIMA 2021		
<b>SNIP N°</b>			
<b>ENTIDAD</b>	PROPIO		
Item	Descripcion	Und	Metrado
<b>1.00</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>		
1.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTA	GBL	1.00
1.02	CASETA DE OBRA Y ALMACEN PROVISIONAL	m2	40.00
1.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X 8.50 m EN BANNER, INC. ESTRUCT. E INST	UND	1.00
<b>2.00</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
2.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO (durante toda la obra)	m2	600.00
2.02	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	mes	3.00
2.03	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA	m2	600.00
2.04	NIVELACION DE TAPA DE BUZONES	UND	1.00
<b>3.00</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>		
3.01	IMPLEMETACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA	GBL	1.00
3.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	UND	25.00
3.04	SEÑALIZACION TEMPÓRAL DE SEGURIDAD	GBL	1.00
3.05	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRA	GBL	1.00
<b>4.00</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
4.01	EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE C/EQUIPO P/PAVIMENTO	m3	100.00
4.02	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION C/VOLQ.	m3	130.00
<b>5.00</b>	<b>PAVIMENTOS</b>		
5.01	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE	m2	600.00
5.02	BASE GRANULAR ; E=0.15 m - C/EQUIPO	m2	600.00
5.03	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 E=0.20CM EN PISTAS	m3	120.00
5.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PISTAS	m3	23.63
5.05	INSTALACION DE ELEMENTOS DE TRANSFERENCIA EN LOSA DE CONCRETO (DOWEL LISO DDE 40	kg	100.00
5.06	JUNTA DE CONTRACCION TRANSVERSAL E=1**5cm(INC. CORTE, ASERRADO)	m	72.00
5.07	JUNTAS DE CONSTRUCCION TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL	m	232.00
5.08	SELLADO DE JUNTAS DE CONSTRUCCION	m	232.00
<b>6.00</b>	<b>SARDINEL PERALTADO</b>		
6.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE SARDINEL	m2	28.00
6.02	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=175 kg/cm2 PARA SARDINELES PERALTADOS (ING. ACABADOS)	m3	14.00
6.03	JUNTAS ASFALTICAS EN SARDINELES	pto	67.00
<b>7.00</b>	<b>SEÑALIZACIÓN</b>		
7.01	SEÑALIZACION HORIZONTAL ( LINEA DISCONTINUA)	m	50.00
7.02	SEÑALIZACION HORIZONTAL ( LINEA CONTINUA)	m	45.00
7.03	SEÑALIZACION HORIZONTAL (SIMBOLOS Y LETRAS)	m2	26.42
<b>8.00</b>	<b>VARIOS</b>		
8.01	MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	GBL	1.00

Fuente: elaboración Propia.

## PRESUPUESTOS TOTAL

Los presupuestos totales para los dos proyectos serán evidenciados en las siguientes tablas, el cual nos servirá para la comparación de presupuestos y verificar la hipótesis planteada.

**Tabla 48. Resumen del presupuesto del pavimento rígido convencional**

PRESUPUESTO		Página		1	
Presupuesto	<b>PAVIMENTO RÍGIDO CONVENCIONAL</b>				
Subpresupuesto					
Ciente	<b>OMAR ERICK OSORIO UTRILLA</b>				
Lugar	<b>LIMA - LIMA - LIMA</b>				
			Costo al	26/05/2021	
Item	Descripción	Und	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1.00	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>5081.11</b>
1.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTA	GBL	1.00	885.23	885.23
1.02	CASETA DE OBRA Y ALMACEN PROVISIONAL	m <sup>2</sup>	40.00	80.38	3215.20
1.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X 8.50 m EN BANNER, INC. ESTRUCT. E INST	UND	1.00	980.68	980.68
2.00	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>23,800.13</b>
2.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO (durante toda la obra)	m <sup>2</sup>	600.00	1.9	1140.00
2.02	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	mes	3.00	7337.15	22011.45
2.03	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA	m <sup>2</sup>	600.00	0.85	510.00
2.04	NIVELACION DE TAPA DE BUZONES	UND	1.00	138.68	138.68
3.00	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>7,398.92</b>
3.01	IMPLEMENTACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA	GBL	1.00	1550	1550.00
3.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	UND	25.00	155.88	3897.00
3.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	GBL	1.00	1643.13	1643.13
3.04	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	GBL	1.00	308.79	308.79
4.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>4,496.40</b>
4.01	EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE C/EQUIPO RIPA VIMIENTO	m <sup>3</sup>	100.00	5.86	586.00
4.02	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION CIVIL O Q.	m <sup>3</sup>	130.00	30.08	3910.40
5.00	<b>PAVIMENTOS</b>				<b>45,720.06</b>
5.01	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE	m <sup>2</sup>	600.00	2.79	1674.00
5.02	BASE GRANULAR; E=0.15 m- C/EQUIPO	m <sup>2</sup>	600.00	15.34	9204.00
5.03	PASTIFICANTE DE MEZCLA CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal	321.25	33.00	10601.25
5.04	IMPERMEBLE DE CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	gal	321.25	38.80	12464.50
5.05	CONCRETO EN OBRA f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> E=0.20CM EN PISTAS	m <sup>3</sup>	120.00	60.01	7201.20
5.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PISTAS	m <sup>3</sup>	23.63	30.3	715.99
5.07	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	gal	30.00	32.3	969.00
5.08	INSTALACION DE ELEMENTOS DE TRANSFERENCIA EN LOSA DE CONCRETO (DOWEL LISO DDE 40 CM DE 1" @ 0.30M)	kg	100.00	5.03	503.00
5.09	JUNTA DE CONTRACCION TRANSVERSAL E=1"5cm(INC. CORTE, ASERRADO)	m	72.00	7.57	545.04
5.10	JUNTAS DE CONSTRUCCION TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL	m	232.00	2.44	566.08
5.11	SELLADO DE JUNTAS DE CONSTRUCCION	m	232.00	5.5	1276.00
6.00	<b>SARDINEL PERALTADO</b>				<b>5,358.72</b>
6.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE SARDINEL	m <sup>2</sup>	28.00	35.48	993.44
6.02	CONCRETO EN OBRA F'c=175 kg/cm <sup>2</sup> PARA SARDINELES PERALTADOS (ING. ACABADOS)	m <sup>3</sup>	14.00	280.52	3927.28
6.03	JUNTAS ASFALTICAS EN SARDINELES	pto	146.00	3	438.00
7.00	<b>SEÑALIZACIÓN</b>				<b>1,542.90</b>
7.01	SEÑALIZACION HORIZONTAL ( LINEA DISCONTINUA)	m	50.00	9.96	498.00
7.02	SEÑALIZACION HORIZONTAL ( LINEA CONTINUA)	m	45.00	8.46	380.70
7.03	SEÑALIZACION HORIZONTAL (SIMBOLOS Y LETRAS)	m <sup>2</sup>	26.42	25.14	664.20
8.00	<b>VARIOS</b>				<b>495.60</b>
8.01	MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	GBL	1.00	495.6	495.60
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>93,893.84</b>
<b>GASTOS GENERALES</b>					<b>9,389.38</b>
<b>UTILIDAD 5.0%</b>					<b>4,694.69</b>
-----					-----
<b>SUB TOTAL</b>					<b>107,977.91</b>
<b>I.G.V. 18%</b>					<b>19,436.02</b>
-----					-----
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>					<b>127,413.94</b>
SON: CIENTO VEINTE Y SIETE MIL CUATROCIENTOS TRECE CON 94/100 NUEVOS SOLES					

Fuente: elaboración Propia.

**Tabla 49. Resumen del presupuesto del pavimento rígido con la adición óptima del 3% de fibra de vidrio**

PRESUPUESTO		Página		1	
Presupuesto					
PAVIMENTO RÍGIDO CON LA ADICION DEL 3% DE FIBRA DE VIDRIO					
Subpresupuesto					
Ciente		OMAR ERICK OSORIO UTRILLA			
Lugar		LIMA - LIMA - LIMA		Costo al 26/05/2021	
Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1.00	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>5081.11</b>
1.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTA	GBL	1.00	885.23	885.23
1.02	CASETA DE OBRA Y ALMACEN PROVISIONAL	m2	40.00	80.38	3215.20
1.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X 8.50 m EN BANNER, INC. ESTRUCT. E INST	UND	1.00	980.68	980.68
2.00	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>23,800.13</b>
2.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO (durante toda la obra)	m2	600.00	1.9	1140.00
2.02	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	mes	3.00	7337.15	22011.45
2.03	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA	m2	600.00	0.85	510.00
2.04	NIVELACION DE TAPA DE BUZONES	UND	1.00	138.68	138.68
3.00	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>7,398.92</b>
3.01	IMPLEMENTACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA	GBL	1.00	1550	1550.00
3.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	UND	25.00	155.88	3897.00
3.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	GBL	1.00	1643.13	1643.13
3.04	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	GBL	1.00	308.79	308.79
4.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>4,496.40</b>
4.01	EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE C/EQUIPO P/PAVIMENTO	m3	100.00	5.86	586.00
4.02	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION C/VOLQ.	m3	130.00	30.08	3910.40
5.00	<b>PAVIMENTOS</b>				<b>34,043.48</b>
5.01	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE	m2	600.00	2.79	1674.00
5.02	BASE GRANULAR; E=0.15 m - C/EQUIPO	m2	600.00	15.34	9204.00
5.03	CONCRETO EN OBRA f'c=210 kg/cm2 E=0.20CM EN PISTAS	m3	120.00	162.99	19,559.37
5.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PISTAS	m3	23.63	30.3	715.99
5.05	INSTALACION DE ELEMENTOS DE TRANSFERENCIA EN LOSA DE CONCRETO (DOWEL LISO DDE 40 CM DE 1" @ 0.30M)	kg	100.00	5.03	503.00
5.06	JUNTA DE CONTRACCION TRANSVERSAL E=1"5cm(INC. CORTE, ASERRADO)	m	72.00	7.57	545.04
5.07	JUNTAS DE CONSTRUCCION TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL	m	232.00	2.44	566.08
5.08	SELLADO DE JUNTAS DE CONSTRUCCION	m	232.00	5.5	1276.00
6.00	<b>SARDINEL PERALTADO</b>				<b>5,358.72</b>
6.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE SARDINEL	m2	28.00	35.48	993.44
6.02	CONCRETO EN OBRA FC=175 kg/cm2 PARA SARDINELES PERALTADOS (ING. ACABADOS)	m3	14.00	280.52	3927.28
6.03	JUNTAS ASFALTICAS EN SARDINELES	pto	146.00	3	438.00
7.00	<b>SEÑALIZACIÓN</b>				<b>1,542.90</b>
7.01	SEÑALIZACION HORIZONTAL ( LINEA DISCONTINUA)	m	50.00	9.96	498.00
7.02	SEÑALIZACION HORIZONTAL ( LINEA CONTINUA)	m	45.00	8.46	380.70
7.03	SEÑALIZACION HORIZONTAL (SIMBOLOS Y LETRAS)	m2	26.42	25.14	664.20
8.00	<b>VARIOS</b>				<b>495.60</b>
8.01	MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	GBL	1.00	495.6	495.60
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>82,217.26</b>
<b>GASTOS GENERALES 10%</b>					<b>8,221.73</b>
<b>UTILIDAD 5.0%</b>					<b>4,110.86</b>
-----					-----
<b>SUB TOTAL</b>					<b>94,549.85</b>
<b>I.G.V. 18%</b>					<b>17,018.97</b>
-----					-----
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>					<b>111,568.82</b>
SON: CIENTO ONCE MIL QUINIENTOS SESENTA Y OCHO CON 82/100 NUEVOS SOLES					

Fuente: elaboración Propia.

**Tabla 50. Resumen del presupuesto del pavimento rígido con la adición óptima del 3% de fibra de vidrio más 5% de la cal hidratada**

PRESUPUESTO		Página		1	
Presupuesto					
PAVIMENTO RÍGIDO CON LA ADICION DEL 3% DE FIBRA DE VIDRIO MAS EL 5% DE CAL HIDRATADA					
Subpresupuesto					
Ciente		OMAR ERICK OSORIO UTRILLA		Costo al	
Lugar		LIMA - LIMA - LIMA		26/05/2021	
Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1.00	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>5081.11</b>
1.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTA	GBL	1.00	885.23	885.23
1.02	CASETA DE OBRA Y ALMACEN PROVISIONAL	m2	40.00	80.38	3215.20
1.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X 8.50 m EN BANNER, INC. ESTRUCT. E INST	UND	1.00	980.68	980.68
2.00	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>23,800.13</b>
2.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO (durante toda la obra)	m2	600.00	1.9	1140.00
2.02	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	mes	3.00	7337.15	22011.45
2.03	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA	m2	600.00	0.85	510.00
2.04	NIVELACION DE TAPA DE BUZONES	UND	1.00	138.68	138.68
3.00	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>7,398.92</b>
3.01	IMPLEMENTACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA	GBL	1.00	1550	1550.00
3.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	UND	25.00	155.88	3897.00
3.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	GBL	1.00	1643.13	1643.13
3.04	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	GBL	1.00	308.79	308.79
4.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>4,496.40</b>
4.01	EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE C/EQUIPO P/PAVIMENTO	m3	100.00	5.86	586.00
4.02	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION CIV/LOQ.	m3	130.00	30.08	3910.40
5.00	<b>PAVIMENTOS</b>				<b>38,249.72</b>
5.01	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE	m2	600.00	2.79	1674.00
5.02	BASE GRANULAR; E=0.15 m - C/EQUIPO	m2	600.00	15.34	9204.00
5.03	CONCRETO EN OBRA f'c=210 kg/cm2 E=0.20CM EN PISTAS	m3	120.00	198.05	23,765.61
5.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PISTAS	m3	23.63	30.3	715.99
5.05	INSTALACION DE ELEMENTOS DE TRANSFERENCIA EN LOSA DE CONCRETO (DOWEL LISO DDE 40 CM DE 1" @ 0.30M)	kg	100.00	5.03	503.00
5.06	JUNTA DE CONTRACCION TRANSVERSAL E=1"5cm(INC. CORTE, ASERRADO)	m	72.00	7.57	545.04
5.07	JUNTAS DE CONSTRUCCION TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL	m	232.00	2.44	566.08
5.08	SELLADO DE JUNTAS DE CONSTRUCCION	m	232.00	5.5	1276.00
6.00	<b>SARDINEL PERALTADO</b>				<b>5,358.72</b>
6.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE SARDINEL	m2	28.00	35.48	993.44
6.02	CONCRETO EN OBRA FC=175 kg/cm2 PARA SARDINELES PERALTADOS (ING. ACABADOS)	m3	14.00	280.52	3927.28
6.03	JUNTAS ASFALTICAS EN SARDINELES	pto	146.00	3	438.00
7.00	<b>SEÑALIZACIÓN</b>				<b>1,542.90</b>
7.01	SEÑALIZACION HORIZONTAL ( LINEA DISCONTINUA)	m	50.00	9.96	498.00
7.02	SEÑALIZACION HORIZONTAL ( LINEA CONTINUA)	m	45.00	8.46	380.70
7.03	SEÑALIZACION HORIZONTAL (SIMBOLOS Y LETRAS)	m2	26.42	25.14	664.20
8.00	<b>VARIOS</b>				<b>495.60</b>
8.01	MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	GBL	1.00	495.6	495.60
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>86,423.50</b>
	<b>GASTOS GENERALES 10%</b>				<b>8,642.35</b>
	<b>UTILIDAD 5.0%</b>				<b>4,321.17</b>
	-----				-----
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>99,387.02</b>
	<b>I.G.V. 18%</b>				<b>17,889.66</b>
	-----				-----
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>117,276.69</b>
SON: CIENTO DIECISIETE MIL DOCIENTOS SETENTA Y SEIS CON 69/100 NUEVOS SOLES					

Fuente: elaboración Propia.

**Tabla 51.** Resumen de la diferencia de costos ente el pavimento rígido convencional y el pavimento rígido con la adición óptima de la fibra de vidrio más la cal hidratada

RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO CONVENCIONAL				
ACTIVIDAD	RESUMEN DE ESPECIFICACIONES			
PAVIMENTO RÍGIDO CONVENCIONAL	CANTIDAD MEZCLA	LONGITUD	ANCHO DE CALZADA	ESPELOR DE LA LOSA
	120 m3	100 m	6 m	0.20
PRESUPUESTO TOTAL			s/	127,413.94
RESUMEN DEL PRESUPUESTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE VIDRIO MÁS LA CAL HIDRATADA				
ACTIVIDAD	RESUMEN DE ESPECIFICACIONES			
PAVIMENTO RÍGIDO CON LA ADICIÓN DE DEL 3% DE FIBRA DE VIDRIO.	CANTIDAD MEZCLA	LONGITUD	ANCHO DE CALZADA	ESPELOR DE LA LOSA
	120 m3	100 m	6 m	0.20
PRESUPUESTO TOTAL			s/	111,568.82
DIFERENCIA DE PRESUPUESTOS (AHORRO)				S/ 15,845.12

Fuente: elaboración Propia

**Tabla 52.** Resumen de la diferencia de costos ente el pavimento rígido convencional y el pavimento rígido con la adición óptima de la fibra de vidrio más la cal hidratada

RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO CONVENCIONAL				
ACTIVIDAD	RESUMEN DE ESPECIFICACIONES			
PAVIMENTO RÍGIDO CONVENCIONAL	CANTIDAD MEZCLA	LONGITUD	ANCHO DE CALZADA	ESPELOR DE LA LOSA
	120 m3	100 m	6 m	0.20
PRESUPUESTO TOTAL			s/	127,413.94
RESUMEN DEL PRESUPUESTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE VIDRIO MÁS LA CAL HIDRATADA				
ACTIVIDAD	RESUMEN DE ESPECIFICACIONES			
PAVIMENTO RÍGIDO CON LA ADICIÓN DE DEL 3% DE FIBRA DE VIDRIO MÁS 5% DE CAL HIDRATADA	CANTIDAD MEZCLA	LONGITUD	ANCHO DE CALZADA	ESPELOR DE LA LOSA
	120 m3	100 m	6 m	0.20
PRESUPUESTO TOTAL			s/	117,276.69
DIFERENCIA DE PRESUPUESTOS (AHORRO)				S/ 10,137.25

Fuente: elaboración Propia.

Interpretación: Referente a las tablas, se refleja la disminución del costo de la construcción en un s/15,845.12 del pavimento rígido con la adición óptima de la fibra de vidrio del 3% y del mismo modo con la adición del 3% fibra vidrio más el 5% de cal hidratada, el pavimento rígido disminuye en s/10,137.25. Debido a que se reemplazó el cemento por la cal hidratada y el uso de aditivos por los materiales empleados, lo que nos llevó a corroborar nuestra hipótesis planteada.

## V. DISCUSIÓN

### **Analizar la adición de la fibra de vidrio – fibra de vidrio más cal hidratada que sustituirá parcialmente al cemento en las propiedades mecánicas del pavimento rígido, Lima 2020**

Para poder analizar la resistencia de las propiedades mecánicas del pavimento rígido, se realizó los ensayos de resistencia a la compresión y flexión a los diferentes diseños de mezcla, como a la muestra patrón, a las dosificaciones del 1%, 3%, 5% de fibra de vidrio y asimismo a las dosificaciones de la fibra de vidrio más la cal hidratada que sustituirá parcialmente al cemento al 1% con 1%, al 3% con 5% y con la inclusión del 5% y 10% respectivamente, donde se comprobó si cumplen con los requerimientos del manual de especificaciones EG-2013 y del MTC.

Al respecto, García en su tesis “Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto  $F'c=210$  KG/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Puno” en el año 2017, empleo la fibra de vidrio para mejorar la resistencia del concreto, evaluando al material compuesto en el ensayo a compresión. En la que se obtuvo resultados para las edades 7, 14 y 28 días con una dosificación de 0.025%, 0.075% y 0.125%, donde todas las implementaciones beneficiaron a las propiedades mecánicas del concreto, de lo cual la proporción óptima fue la inclusión del 0.025% mejorando la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días, teniendo un valor de 229.17 kg/cm<sup>2</sup> a comparación de la muestra patrón, que alcanzó un 214 kg/cm<sup>2</sup> de esfuerzo, incrementando así un 9% con respecto al concreto de  $F'c=210$  KG/cm<sup>2</sup>. Asimismo, Pacco en su tesis “Efecto de la adición de cal en la resistencia a la compresión de un concreto” en el año 2016, busco determinar la incidencia de la cal en el concreto, donde alcanzó resultados para las edades 7, 14 y 28 días con una adición de 5%, 10%, 15%, obteniendo así un resultado desfavorable para la todas las implementaciones, del cual recalco que la dosificación del 5% es tolerable con un esfuerzo de 203.12 kg/cm<sup>2</sup>, debido a que modifica en un mínimo al porcentaje de la resistencia del concreto llegando a un valor del 96.72% del  $F'c$ , el cual se encuentra en rango aceptable para las normas.

Al realizar los respectivos ensayos, se confirmó que estos guardan similitud a los estudios descritos anteriormente, ya que al desarrollar el ensayo de resistencia a la compresión con las dosificaciones del 1%, 3% y 5% de fibra de vidrio, y con la

inclusión del 1%, 3% y 5% de fibra de vidrio más la cal hidratada en un 1%, 5% y 10%, resultó que la adición al 3% de la fibra de vidrio, mejora significativamente con un esfuerzo de 227.33 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado, aumentando su resistencia en un 8.25%, en cambio con el aditamento de ambos materiales compuestos, estos decaen considerablemente en sus tres edades, siendo la muestra del 1% de fibra de vidrio más 1% de cal hidratada, la más alta de las demás adiciones con un esfuerzo de 195.87 kg/cm<sup>2</sup>, no llegando a lo esperado, disminuyendo en un 6.73% su resistencia.

**Tabla 53.** Comparación de resultados de la investigación y Garcia (2017)

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN		RESULTADOS DE GARCIA (2017)	
MUESTRAS (PROBETAS)	F'c (Kg/cm2)	MUESTRAS (PROBETAS)	F'c (Kg/cm2)
MUESTRA PATRÓN	219.23	MUESTRA PATRÓN	214.00
1% FIBRA VIDRIO	224.47	0.025% FIBRA VIDRIO	229.17
3% FIBRA VIDRIO	227.33	0.075% FIBRA VIDRIO	219.75
5% FIBRA VIDRIO	200.17	0.125% FIBRA VIDRIO	217.60

Fuente: elaboración Propia.

**Tabla 54.** Comparación de resultados de la investigación y Pacco (2016)

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN		RESULTADOS DE PACCO (2016)	
MUESTRAS (PROBETAS)	F'c (kg/cm2)	MUESTRAS (PROBETAS)	F'c (kg/cm2)
MUESTRA PATRÓN	219.23	MUESTRA PATRÓN	200.19
1% FIBRA VIDRIO + 1% CAL HIDRATADA	195.87	5% CAL HIDRATADA	203.12
3% FIBRA VIDRIO + 5% CAL HIDRATADA	180.40	10% CAL HIDRATADA	102.24
5% FIBRA VIDRIO + 10% CAL HIDRATADA	167.50	15% CAL HIDRATADA	79.14

Fuente: elaboración Propia.

En relación a las tablas 61 y 62, se compara que la presente investigación y la de García, son casi similares en los resultados a la resistencia a la compresión con respecto a incorporación de la fibra de vidrio, con una diferencia de incremento del 0.75% y referente a la adición de fibra de vidrio más la cal hidratada, esta no es de beneficio para el concreto, ya que sus valores en la compresión no superan a la del patrón y decaen en cuanto se incrementa la adición, el cual viene a ser idéntico a lo que expresó Pacco en su investigación.

### **Determinar la adición de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del pavimento rígido, Lima 2020.**

Para poder determinar la resistencia de las propiedades mecánicas del pavimento rígido ante la adición de la fibra de vidrio, se realizó los ensayos de resistencia a



la compresión y flexión a los diferentes diseños de mezcla como a la muestra patrón y a la dosificación del 1%, 3%, 5% de fibra de vidrio.

Al respecto Vandevyvere, Sierens, Verstryngge, Vandewalle y Li, en su artículo de investigación "Effect of glass fibres on the mechanical behaviour of concrete with recycled concrete aggregates (RCAs)" en el año 2016, en el que empleo la fibra de vidrio, para influir en el comportamiento mecánico del hormigón reciclado y así, analizarlo a fondo ante la resistencia a la compresión y flexión, en la que consiguió resultados a la edad de 28 días con una inclusión del 0.25%, 0.50% y 0.75%, en el que todas las adiciones superaron a la muestra patrón, donde la proporción del 0.75% contribuye en la resistencia de la compresión, con un esfuerzo de 59.8 Mpa, incrementando en un 9.52% con respecto a la muestra patrón, cuyo valor fue 54.6 Mpa. Asimismo, ante la resistencia a la flexión, todos los aditamentos superaron lo esperado, teniendo, así como dosificación óptima la incorporación del 0.25% de fibra, con un módulo de rotura de 4.2 Mpa, superando en un 35.48% a la del patrón, beneficiando así significativamente en las propiedades mecánicas del concreto.

Al realizar los respectivos ensayos, se verificó que estos guardan semejanza a los estudios presentados anteriormente, ya que al desarrollar el ensayo de resistencia a la compresión con las dosificaciones del 1%, 3% y 5% de fibra de vidrio, dieron como resultado que la adición al 3% de la fibra de vidrio, mejora significativamente con un esfuerzo de 227.33 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de fraguado a la resistencia del concreto en un 8.25%. Asimismo, ante la resistencia a la flexión, las implementaciones de la fibra de vidrio superaron lo especificado, del cual la inclusión más significativa fue la del 3%, con un módulo de rotura de 51.67 kg/cm<sup>2</sup>, superando un 35.48% a la muestra patrón, asimismo la dosificación del 1% se mantiene similitud a la muestra patrón, y la del 5% es el punto donde comienza a decaer el esfuerzo del módulo de rotura.

**Tabla 55.** Comparación de resultados de la investigación y Vandevyvere, Sierens, Verstryngge, Vandewalle y Li (2019)

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN		RESULTADOS DE VANDEVYVERE, S, V y L. (2019)	
MUESTRAS (PROBETAS)	F <sup>c</sup> (Kg/cm <sup>2</sup> )	MUESTRAS (PROBETAS)	F <sup>c</sup> (Mpa)
MUESTRA PATRÓN	219.23	MUESTRA PATRÓN	54.60
1% FIBRA VIDRIO	224.47	025% FIBRA VIDRIO	56.10
3% FIBRA VIDRIO	227.33	0.50% FIBRA VIDRIO	59.30
5% FIBRA VIDRIO	200.17	0.75% FIBRA VIDRIO	59.80
MUESTRAS (VIGAS)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	MUESTRAS (VIGAS)	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)
MUESTRA PATRÓN	39.67	MUESTRA PATRÓN	3.10
1% FIBRA VIDRIO	39.33	025% FIBRA VIDRIO	4.20
3% FIBRA VIDRIO	51.67	0.50% FIBRA VIDRIO	4.00
5% FIBRA VIDRIO	38.67	0.75% FIBRA VIDRIO	4.10

Fuente: elaboración Propia.

En comparación al artículo científico presentado del aditamento de la fibra de vidrio en la tabla 63, se puede reflejar que los resultados son semejantes en cierto modo a la resistencia de la compresión y flexión, ya que los dos estudios presentan un incremento relevante ante la muestra patrón, con un valor del 9.52% para el artículo y un 8.25% para la presente investigación con respecto a la resistencia de la compresión, de igual manera en referencia a la flexión, las dos investigaciones siguen teniendo similitud, superando la resistencia del diseño en un 35.48% y un 29.49% del módulo de rotura, concluyendo así que la incorporación mejora considerablemente las propiedades mecánicas del pavimento flexible.

**Determinar la adición de la fibra de vidrio más cal hidratada en las propiedades mecánicas del pavimento rígido, Lima 2020.**

Para poder determinar la resistencia de las propiedades mecánicas del pavimento rígido ante la implementación de la fibra de vidrio más la cal hidratada, se realizó los ensayos de resistencia a la compresión y flexión a los diferentes diseños de mezcla, como a la muestra patrón y a la dosificación del 1%, 3% y 5% de fibra de vidrio más la cal hidratada al 1%, 5% y 10%.

Al respecto, Lucian, Nicolina, Tuns, Roxana y George, en el artículo de indagación “Determination of physicomechanical characteristics of the cement mortar with added fiberglass waste treated with hydrogen plasma” del el presente año, en la que se buscó determinar las características físicas y mecánicas del concreto con residuo de fibra de vidrio, tratados con plasmas de oxígeno, se tuvo resultados a

las edades de 2, 7 y 28 días, con una incorporación del 3%, 6% y 7%, en donde todas las implementaciones lograron resultados notables a comparación de la muestra patrón, en el cual, la proporción del 3% contribuye mejor a la resistencia a la compresión con un esfuerzo de 31.2 Mpa, mejorando así un 64.21% en su refuerzo con respecto a la muestra patrón, cuyo valor fue 19 Mpa. Asimismo, ante la resistencia a la flexión, todos los aditamentos superaron lo esperado, en la que la dosificación del 3% de fibra de vidrio, sigue prevaleciendo con un módulo de rotura 6.6 Mpa, superando en un 4.7% a la del patrón, beneficiando significativamente en las propiedades mecánicas del concreto.

Del mismo modo, Beires, Miguel y Lorena, mencionan en el artículo científico “Influencia da cal hidratada na massa de concreto convencional” en Brasil del año 2019, busca demostrar que la adición de la cal hidratada, no es perjudicial en la resistencia del hormigón, se obtuvieron resultados para las edades 7, 14, 28, 90 y 130 días con una adición de 5%, 10%, 20% de la cal hidratada, obteniendo así un resultado desfavorable para todas las implementaciones a los 28 días, del cual recalzó que a medida que pasen los días de fraguado, la resistencia va cambiando a los 90 y 130 días, en el que se obtienen como resultado que todas las dosificaciones sobrepasan a la resistencia del concreto de 30 Mpa, en el cual la inclusión del 5% contribuye significativamente a la resistencia con un esfuerzo de 36.9 Mpa en los 130 días, mejorando en un 23% su refuerzo a la compresión con respecto a la resistencia del diseño.

Al realizar los respectivos ensayos, se verificó que estos guardan semejanza a los estudios presentados anteriormente, ya que al desarrollar el ensayo de resistencia a la compresión y flexión con las con las dosificaciones del 1%, 3% y 5% de fibra de vidrio y con la inclusión del 1%, 3%, 5% de fibra de vidrio más la cal hidratada en un 1%, 5% y 10%, arrojaron que al adicionar 3% de fibra de vidrio más la cal hidratada, disminuyeron significativamente el esfuerzo por compresión, siendo la muestra del 1% de ambas adiciones, la más alta con un esfuerzo de 195.87 kg/cm<sup>2</sup>, no llegando a lo esperado, disminuyendo así en un 6.73%. En cambio, en la resistencia a la flexión, este se beneficia considerablemente, obteniendo un módulo de rotura de 49.33 kg/cm<sup>2</sup>, incrementando un 24.35%.

**Tabla 56.** Comparación de resultados de la investigación y Lucian, Nicolina, Tuns, Roxana y George (2021)

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN		RESULTADOS DE LUCIAN, N, T, R Y G. ( )	
MUESTRAS (PROBETAS)	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	MUESTRAS (PROBETAS)	F'c (Mpa)
MUESTRA PATRÓN	219.23	MUESTRA PATRÓN	19.00
1% FIBRA VIDRIO + 1% CAL HIDRATADA	195.87	3% FIBRA VIDRIO	31.20
3% FIBRA VIDRIO + 5% CAL HIDRATADA	180.40	6% FIBRA VIDRIO	27.30
5% FIBRA VIDRIO + 10% CAL HIDRATADA	167.50	10% FIBRA VIDRIO	26.80
MUESTRAS (VIGAS)	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)	MUESTRAS (VIGAS)	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)
MUESTRA PATRÓN	39.67	MUESTRA PATRÓN	6.30
1% FIBRA VIDRIO + 1% CAL HIDRATADA	40.33	3% FIBRA VIDRIO	6.60
3% FIBRA VIDRIO + 5% CAL HIDRATADA	49.33	6% FIBRA VIDRIO	6.20
5% FIBRA VIDRIO + 10% CAL HIDRATADA	39.00	10% FIBRA VIDRIO	5.60

Fuente: elaboración Propia.

**Tabla 57.** Comparación de resultados de la investigación y Beires, Miguel y Lorena (2019)

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN		RESULTADOS DE BEIRES, MIGUEL Y LORENA. (2019)			
MUESTRAS (PROBETAS)	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	MUESTRAS (PROBETAS A 28 DÍAS)	F'c (Mpa)	MUESTRAS (PROBETAS A 130 DÍAS)	F'c (Mpa)
MUESTRA PATRÓN	219.23	MUESTRA PATRÓN	35.80	MUESTRA PATRÓN	43.80
1% FIBRA VIDRIO + 1% CAL HIDRATADA	195.87	5% CAL HIDRATADA	28.40	5% CAL HIDRATADA	36.90
3% FIBRA VIDRIO + 5% CAL HIDRATADA	180.40	10% CAL HIDRATADA	27.40	10% CAL HIDRATADA	34.50
5% FIBRA VIDRIO + 10% CAL HIDRATADA	167.50	20% CAL HIDRATADA	29.40	20% CAL HIDRATADA	35.20

Fuente: elaboración Propia.

En comparación a los artículos científicos presentados del aditamento de la fibra de la vidrio más la inclusión de la cal hidratada en las tablas 64 y 65, reflejan que los resultados guardan una similitud en cierto modo a la resistencia de la compresión y flexión, ya que los dos estudios presentan un incremento relevante ante la muestra patrón, con un valor del 31.2 Mpa para el artículo de la adición de la fibra de vidrio ante la resistencia a la compresión y un módulo de rotura de 6.6 Mpa a la flexión, todo ellos en la dosificación del 3% a una edad de 28 días. Asimismo, para la investigación de Beires, Miguel y Lorena, la implementación de la cal hidratada al 5%, supera con un 36.9 Mpa en la resistencia a la compresión del diseño a los 130 días, en cambio en la investigación, se obtiene resultados desfavorables ante la resistencia a la compresión con la adición de ambos materiales compuestos en el concreto, disminuyendo en un 6.73%, a su vez con respecto a la resistencia a

flexión, la incorporación de los dos materiales al 3% fibra de vidrio más el 5% de cal hidratada, obtuvo resultados favorables a los 28 días, incrementado notoriamente en un 49.33 kg/cm<sup>2</sup> en relación a la viga patrón. En conclusión, se dedujo que la adición de la fibra de vidrio más la cal hidratada juntas y por separado mejoran las propiedades mecánicas del concreto.

## **VI. CONCLUSIONES**

En conclusión, se logró analizar que la adiciones en las propiedades mecánicas del pavimento rígido de la fibra de vidrio – fibra de vidrio más cal hidratada, son de beneficio, dado que incrementan las propiedades mecánicas del concreto ante los esfuerzos por compresión y flexión, brindándole al concreto una mejor impermeabilización y evitando la presidencia de las fisuras.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la adición de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del pavimento rígido, se logró determinar que la incorporación es de beneficio en la adición óptima del 3% de este material ante los esfuerzos sometidos, debido a que mejora la resistencia a la compresión, incrementando su resistencia en un 8.25% de lo esperado de 210 kg/cm<sup>2</sup> y asimismo al esfuerzo por flexión, a causa que tiene un incremento del 29.49% en su módulo de rotura, concluyendo así, que la adición de fibra de vidrio mejora las propiedades mecánicas y así mismo evitan la presencia de fisuras en el pavimento rígido..

Se concluye que mediante los resultados, se logró determinar que la adición de la fibra de vidrio más la cal hidratada, mejoran en cierta parte las propiedades mecánicas del pavimento rígido, en la adición óptima de 3% de fibra de vidrio más 5% de cal hidratada, en vista que ante el esfuerzo por compresión esta no mejora, debido a que disminuye su resistencia en un 14.10% del diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>, y en cuanto al esfuerzo por flexión, esta adición si es de beneficio, dado que mejora en un 23.64% el módulo de rotura del concreto de lo esperado de 39.90 kg/cm<sup>2</sup> – 42.00 kg/cm<sup>2</sup>. En resumen, la inclusión de ambos materiales con la dosificación óptima, influyen positivamente, debido a que se intensificaron el refuerzo por flexión donde el pavimento rígido se encuentra más expuesto, evitando así la presencia de fisuras en la vía.

En conclusión, se logró determinar que la adición de la fibra de vidrio influye positivamente en el costo de un pavimento rígido en comparación con un pavimento rígido convencional, dado que este disminuye en el costo de su construcción con la

dosificación óptima del 3% de fibra de vidrio en 15,845.12 soles para un pavimento de 100 metros lineales, un ancho de 6 metros y un espesor de 20 centímetros.

Por lo tanto, se logró concluir que la adición óptima del 3% de fibra de vidrio más el 5% de la cal hidratada, influyen positivamente en el costo de un pavimento rígido, a causa de la comparación del presupuesto de un pavimento rígido convencional y un pavimento rígido con la adición de ambos materiales, ya que tuvo una diferencia de s/ 10,137.25, reduciendo de esta manera el costo en su construcción, producto de la sustitución parcial del cemento por la cal hidratada y el uso de aditivos.

## **VII. RECOMENDACIONES**

En base a la adición de la fibra de vidrio, se recomienda no emplear una mayor dosificación de este material que supere el 3% con relación al peso del cemento, debido a que puede influenciar negativamente en el pavimento rígido, disminuyendo las resistencias a los esfuerzos, como también afectando en la trabajabilidad del concreto fresco.

Se recomienda no incorporar una mayor dosificación del 3% de fibra vidrio más el 5% de cal hidratada, debido a que en estas dosificaciones el pavimento rígido alcanza su resistencia máxima ante el esfuerzo por flexión, asimismo se recomienda el uso de un aditivo super plastificante, cuando se emplea la cal hidratada, para mejorar la trabajabilidad del concreto, dado que la adición de este material disminuye el asentamiento del concreto.

En cuanto a la influencia de la fibra de vidrio en el pavimento rígido, se recomienda sustituir el uso de los aditivos por la fibra de vidrio, ya que, al emplear este material en el concreto, no solo brinda mejores resistencias ante los esfuerzos por compresión y flexión, sino que, además, disminuye el costo de la construcción del pavimento rígido.

Se recomienda que la adición de la fibra de vidrio en la mezcla se produzca después del momento del mezclado de los agregados, debido a que este material tiene la cualidad de absorber una gran cantidad de agua, lo que causaría problemas en la consistencia del concreto fresco.

Si se desea disminuir el costo de la construcción del pavimento rígido, mejorar sus propiedades mecánicas e impermeabilizarlo, se recomienda emplear la adición de la fibra de vidrio más la cal hidratada, debido a que estos dos materiales naturales ayudan a mejorar su resistencia ante el esfuerzo por flexión, evitan la presencia de las fisuras, disminuyen el mantenimiento de la vía y también reducen el costo en su edificación, ya que se sustituye parcialmente al cemento por la cal hidratada y se reemplaza el uso de los aditivos convencionales por los dos materiales naturales.



## REFERENCIAS

ABANTO, Flavio. Tecnología del concreto. 2.a ed. Lima: San Marcos E.I.R.I, 2009. 244 pp.

ABDULLH, Muna and JALLO, Eman. Mechanical Properties of Glass Fiber Reinforced Concrete. Al-Rafidain Engineering [in línea]. November 2011, n.º 5. [Fecha de consulta: 27 de setiembre de 2019].

Disponibile en [http://www.researchgate.net/publication/306076084\\_Mechanical\\_Properties\\_of\\_Glass\\_Fiber\\_Reinforced\\_Concrete\\_GFRC](http://www.researchgate.net/publication/306076084_Mechanical_Properties_of_Glass_Fiber_Reinforced_Concrete_GFRC).

ÁGUILA, Victoria. Características físicas y mecánicas de hormigones reforzados con fibras de: vidrio, carbono y aramida. Tesis (Magister en ingeniería). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2010. 122 pp.

ARANGO, Samuel y ANDERZON, Zapata. Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas de mezclas de concreto. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Medellín: Universidad EAFIT, Departamento de Ingeniería Civil. 2013. 60 pp.

APERADOR, William, DELGADO, Arnaldo y BAUTISTA, Jorge. Influencia de las fibras de carbono y fibras de vidrio en materiales compuestos como modelo en la implementación de pisos industriales. Artículo de Ingeniería Mecatrónica [en línea]. 2: diciembre 2010. [Fecha de consulta: 27 de setiembre de 2019].

Disponibile en <http://C:/Users/user/Downloads/Dialnet-Influencia De Las FibrasDeCarbonoYFibrasDeVidrioEnMat-5364539.pdf>.

ISSN: 0122-820

AKHTAR, Inaam. Research Design. Research in Social Science: Interdisciplinary Perspectives [in línea]. 2016, n.º 83. [Fecha de consulta: 26 de setiembre de 2019].

Disponibile en [http://www.researchgate.net/publication/308915548\\_Research\\_Design](http://www.researchgate.net/publication/308915548_Research_Design).

AMAYA, Santiago, RAMIREZ, Zapata. Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras en la ciudad de Bogotá. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Colombia: Universidad Católica de Colombia, Facultad de ingeniería y Arquitectura. 2019. 106 pp.

BEIRES, Yasmin, DE SOUSA, Jakeliny y DA SILVA, Isa. Influencia da cal hidratada na massa de concreto convencional. Revista Etis [en línea]. Julio 2019, Vol. 1, n.º 1. [fecha de consulta: 12 de marzo de 2021].

BENITES, Yony. Evaluación del diseño estructural de pavimentos en calles urbanas. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, 2001. 211 pp.

BHATTACHERJEE, Arnol. Social science research: Principles, methods, and practices [en línea]. 2.a ed. Estados Unidos: University of South Florida, 2012 [fecha de consulta: 26 de setiembre de 2019].

Disponible en: [http://scholarcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1002&context=oa\\_textbooks](http://scholarcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1002&context=oa_textbooks).

ISBN: 978-1475146127

BRAJA, Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica. 4.a ed. Mexico: Cengage learning, 2013. 636 pp.

ISBN: 978-1-111-57675-2

CASTIBLANCO, Cristian y CARRERO, Bastos. Estudio teórico y experimental del comportamiento del hormigón con materiales no convencionales: fibras de vidrio y fibras de carbono, sometido a esfuerzos de compresión. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería Civil. 2015. 88 pp.

CALABUIG, Rafael. Efecto de la adición de cal en las propiedades mecánicas y durabilidad de hormigones con altos contenidos en cenizas volantes silíceas. Tesis (Título de Doctorado). Valencia: Universitat Politècnica de Valencia, Departamento de Construcciones Arquitectónica, 2015. 294 pp.

CAMANGO, Nelson e HÍGUERA, Carlos. Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla del arroz. Revista ciencia e ingeniería neogranadina [en línea]. Junio 2017, n.º 1. [Fecha de consulta: 28 de setiembre de 2019].

Disponible en <http://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/1907>

CARRILLO, Julián, ALCOCER, Sergio y APERADOR, William. Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo. Ingeniería investigación y tecnología [en línea]. Abril-junio 2013, n.º 2. [Fecha de consulta: 27 de setiembre de 2019].

Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v14n2/v14n2a12.pdf>

ISSN: 1405-7743

CHAHUA, Jamil y HUAYTA, Pedro. Fibra sintética estructural para la optimización del diseño de un pavimento rígido en la nueva planta Farmagro – Huachipa - Lima. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. 2018. 183 pp.

CENTENO, Oswaldo. Pavimentos rígidos. Artículo científico de pavimentos rígidos [en línea]. abril 2010, n.º 20. [Fecha de consulta: 26 de setiembre de 2019].

Disponible en <http://oswaldodavidpavimentosrigidos.blogspot.com/>

COGOLLO, María y SILVA, Angie. Modelación numérica de pavimentos rígidos mediante modulación convencional y de losas cortas. Tesis (Título de Ingeniería de Pavimentos). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, 2018. 57 pp.

DETERMINATION of physicomechanical characteristics of the cement mortar with added fiberglass waste treated with hydrogen plasma por Lucian Lupu, M. [et al]. Revista Materilas [en línea]. Febrero 2021. n.º 14. [fecha de consulta: 12 de marzo de 2021].

Disponibile en [http:// researchgate. net/ publication/ 350541659\\_ Determination \\_of\\_ Physicomechanical\\_ Characteristics\\_ of\\_ the\\_ Cement\\_ Mortar\\_ with\\_ Added\\_ Fiberglass\\_ Waste\\_ Treated\\_ with\\_ Hydrogen\\_ Plasma](http://researchgate.net/publication/350541659_Determination_of_Physicomechanical_Characteristics_of_the_Cement_Mortar_with_Added_Fiberglass_Waste_Treated_with_Hydrogen_Plasma)

EFFECT of glass fibres on the mechanical behaviour of concrete with recycled concrete aggregates (RCAs) por Vandevyvere B. [et al]. Central Europe towards sustainable building [en línea]. Abril 2019, n.º 290. [fecha de consulta: 12 de marzo de 2021].

Disponibile en [http:// www. researchgate. Net / publication / 333932273 \\_ Effect \\_of\\_ Glass\\_ Fibres\\_ on\\_ the\\_ Mechanical\\_ Behaviour\\_ of\\_ Concrete\\_ with\\_ Recycled\\_ Concrete\\_ Aggregates\\_ RCAs.](http://www.researchgate.net/publication/333932273_Effect_of_Glass_Fibres_on_the_Mechanical_Behaviour_of_Concrete_with_Recycled_Concrete_Aggregates_RCAs)

ISSN: 1755-1315

ESTUDO da influência de cal hidratada na permeabilidade do concreto por Ferreira da Silva, F. [et al]. Revista Teccen [en línea]. Febrero 2018, Vol, 11. n.º 1. [fecha de consulta: 12 de marzo de 2021].

Disponibile en [http:// www. editora. universidaddevassouras. edu. br/ index. php/ TECCEN/article/view/1241.](http://www.editora.universidaddevassouras.edu.br/index.php/TECCEN/article/view/1241)

EXPERIMENTAL studies on glass fiber concrete por Chaitanya Kumar J. [et al]. American Journal of engineering reserach [en línea]. 2016, Vol. 5, n.º 5. [fecha de consulta: 12 de marzo de 2021].

Disponibile en [http:// www. researchgate. Net / publication / 306106708 \\_ Experimental \\_ Studies\\_ on\\_ Glass\\_ Fiber\\_ Concrete.](http://www.researchgate.net/publication/306106708_Experimental_Studies_on_Glass_Fiber_Concrete)

ISSN: 2320-0847

MINAYA, Silene y ORDOÑEZ, Huamán. Diseño moderno de pavimentos asfálticos [en línea]. 2.a ed. Perú: ICG, 2006. [fecha de consulta: 30 setiembre de 2019].

Disponibile en [https:// www. academia. Edu /34829662 /universidad \\_ nacional\\_ de\\_ ingenieria\\_ dise% c3% 91o\\_ moderno\\_ de\\_ pavimentos\\_ asf% c3% 81lticos\\_ m. sc. \\_ silene\\_ minaya\\_ gonz% c3% 81lez](https://www.academia.edu/34829662/universidad_nacional_de_ingenieria_dise%c3%91o_moderno_de_pavimentos_asf%c3%81lticos_m.sc._silene_minaya_gonz%c3%81lez)

GARCÍA, Blegger. Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Puno. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. 2017. 103 pp.

MALCA, Eduar. Efecto de la incorporación de cal en la resistencia a la compresión del concreto, Cajamarca - 2018. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería. 2018. 84 pp.

KARRA, Ali. Experimental investigation of fiber reinforced concrete beams. Thesis (Master of Science in Civil and Environmental Engineering) Portland: Portland State University, faculty Civil and Environmental Engineering. 2015. 118 pp.

ESTUDIO comparativo de las propiedades mecánicas de fibra de vidrio y queratina por Alexander Ossa H. [et al]. Universidad tecnológica de Pereira [en línea]. setiembre 2007, n.º 36. [Fecha de consulta: 28 de setiembre de 2019]. Disponible en <http://C:/Users/user/Downloads/Dialnet – Estudio Comparativo DeLasPropiedadesMecanicasDeFibra-4789683.pdf>  
ISSN: 0122-1701

EFEECTO de la variación Agua/cemento en el concreto por Génesis Guevara Fallas. [et al]. Tecnología en Marcha [en línea]. abril- junio 2012, n.º 2. [Fecha de consulta: 30 de setiembre de 2019]. Disponible en <http://C:/Users/user/Downloads/Dialnet – Estudio Comparativo DeLasPropiedadesMecanicasDeFibra-4789683.pdf>

EUGENE, Uchendu. Visually Hypothesising in scientific paper writing: Confirming and refuting qualitative research hypotheses using diagrams. MDPI [in línea]. junary 2019, n.º 22. [Fecha de consulta: 30 de setiembre de 2019]. Disponible en [http://www.researchgate.net/publication/331895510\\_Visually\\_Hypothesising\\_in\\_Scientific\\_Paper\\_Writing\\_Confirming\\_and\\_Refuting\\_Qualitative\\_Research\\_Hypotheses\\_Using\\_Diagrams](http://www.researchgate.net/publication/331895510_Visually_Hypothesising_in_Scientific_Paper_Writing_Confirming_and_Refuting_Qualitative_Research_Hypotheses_Using_Diagrams)

EXPERIMENTAL studies on glass fiber concrete por Chaitanya Kumar. [et al]. American Journal of Engineering Research [in line]. January 2016, n.º 5. [Fecha de consulta: 30 de setiembre de 2019]. Disponible en [http://www.researchgate.net/publication/306106708\\_Experimental\\_Studies\\_on\\_Glass\\_Fiber\\_Concrete](http://www.researchgate.net/publication/306106708_Experimental_Studies_on_Glass_Fiber_Concrete)  
ISSN: 2320-0847

FLORES, Emanuel. Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2018. 196 pp.

FRANELLY, Laura, FLANNELLY, Kevin and JANKOWSKI, Katherine. Independent, Dependent, and Other variables in Healthcare and Chaplaincy Research. Journal of Health Care Chaplaincy [in línea]. september 2014, n.º 20. [Fecha de consulta: 26 de setiembre de 2019]. Disponible en [http://www.researchgate.net/publication/266153035\\_Independent\\_Dependent\\_and\\_Other\\_Variables\\_in\\_Healthcare\\_and\\_Chaplaincy\\_Research](http://www.researchgate.net/publication/266153035_Independent_Dependent_and_Other_Variables_in_Healthcare_and_Chaplaincy_Research)  
ISSN: 0885-4726

GOWRI, R y ANGELINE M. Effect of glass wool fibers on mechanical properties of concrete. International Journal of Engineering Trends and Technology [in line]. July 2013, n.º 4. [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2019]. Disponible en <http://pdfs.semanticscholar.org/a8a5/99c04d113f465c94fceb457556dc8ebfa16e.pdf>  
ISSN: 2231-5381

GIORDANI, Claudio y LEONE, Diego. Pavimentos. Artículo científico de cátedra ingeniería civil [en línea]. octubre 2017, n.º 2. [Fecha de consulta: 25 de setiembre de 2019].

Disponible en <https://docplayer.es/67943552-Pavimentos-docentes-ing-claudio-giordani-ing-diego-leone-1o-ano-ingenieria-civil-comision-02-turno-tarde.html>

GODOY, Isabel. Comportamiento mecánico de hormigón reforzado con fibra de vidrio. Artículo de la Universidad de Austral de Chile [en línea]. 2015. [Fecha de consulta: 30 de setiembre de 2019].

Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/bmfcig589c/doc/bmfcig589c.pdf>

GALVAN, M y Velásquez, R. Cal, un antiguo material como una renovada opción para la construcción. Ingeniería investigación y tecnología. [en línea]. 2011, n.º 1. [Fecha de consulta: 30 de setiembre de 2019].

Disponible en <http://foccal.org/descargas/Cal-antiguo-material.pdf>

HIGUERA, Carlos, GÓMEZ, Jenny y PARDO, Oscar. Caracterización de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio. Revista Facultad de Ingeniería UPTC [en línea]. Junio 2012, n.º 12. [Fecha de consulta: 1 de octubre, 2019].

Disponible en <http://C:/Users/user/Downloads/Dialnet-Caracterizacion De UnSueloArcillosoTratadoConHidroxi-4222676.pdf>

ISSN: 0121-1129

INCE, C, DEROGAR, T and MICHELITSH, M. Influence of supplementary cementitious materials on water transport kinetics and mechanical properties of hydrated lime and cement mortars. Construction materials [in línea]. June 2015, n.º 318. [Fecha de consulta: 26 de setiembre de 2019].

Disponible en [http://pdfs.semanticscholar.org/8c8c/273e.7f1033088dfa.b0f41958ffbaa8f4e4c3.pdf?\\_ga=2.154629176.1696939131.157115414314838328.1571154143](http://pdfs.semanticscholar.org/8c8c/273e.7f1033088dfa.b0f41958ffbaa8f4e4c3.pdf?_ga=2.154629176.1696939131.157115414314838328.1571154143)

ISSN: 0465-2746

JOFFRE, Martínez. Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre un adoquín convencional y Adoquines preparados con diferentes fibras: Sintética (polipropileno), orgánica (estopa de coco), inorgánica (vidrio). Tesis (Título de Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2016. 132 pp.

KUMAR, Ranjit. Research Methodology [en línea]. 3.a ed. London: Sage, 2011 [fecha de consulta: 30 de setiembre de 2019].

Disponible en [http://www.sociology.kpi.ua/wp-content/uploads/2014/06/Ranjit\\_Kumar-Research\\_Methodology\\_A\\_Step-by-Step\\_G.pdf](http://www.sociology.kpi.ua/wp-content/uploads/2014/06/Ranjit_Kumar-Research_Methodology_A_Step-by-Step_G.pdf)

ISBN: 978-1-84920-300-5

LANDA, Guillermo. Estudio experimental sobre el refuerzo a cortante de estructuras de hormigón mediante materiales compuestos. Tesis (Título Doctoral). Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña, Escuela Técnica superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos, 2002. 624 pp.

LOONEY, Declan and PAVIA, Sara. A Study of the Functionality Hydrated Lime as an Admixture. Journal of Materials Science Research [in línea]. 2015, n.º 4. [Fecha de consulta: 26 de setiembre de 2019].

Disponible en [http://www.researchgate.net/publication/280764190\\_A\\_Study\\_of\\_the\\_Functionality\\_of\\_Hydrated\\_Lime\\_as\\_an\\_Admixture](http://www.researchgate.net/publication/280764190_A_Study_of_the_Functionality_of_Hydrated_Lime_as_an_Admixture)  
ISSN: 1927-0585

MANTILLA, Jessica. Influencia de la fibra de vidrio tipo e en las propiedades mecánicas resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f' c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2017. 101 pp.

MORALES, Javier. Tecnología de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizado sobrecapas de refuerzo. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Piura: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2004. 167 pp.

MORALES, Sergio. Fibra de vidrio, pruebas y aplicaciones. Tesis (título de ingeniería mecánica). México: Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, 2008. 76 pp.

MUÑOZ, Carolina. Comportamiento mecánico del hormigón reforzado con fibra de vidrio. Tesis (Título de Ingeniero Constructor). Chile: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, 2007. 96 pp.

MINISTERIO de transporte y comunicaciones. Manual de carreteras. Perú: Lima, 2013, 1285 pp.

Disponible en [http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html)

MAS, J Y KIRSCHBAUM, C. Ensayos de resistencia a la compresión de bloques de suelo cemento. Informes de construcción [en línea]. Octubre-diciembre 2011, n.º 524. [Fecha de consulta: 27 de setiembre de 2019].

Disponible en <http://informes.de.la.construccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/VIEW/1287>  
ISSN: 0020-0883

MOHAJAN, Haradhan. Qualitative Research Methodology in social Sciences and Related Subjects. Munich personal Repec archive [in línea]. december 2018, n.º 4. [Fecha de consulta: 26 de setiembre de 2019].

Disponible en [http://mpra.ub.uni-muenchen.de/MPRA\\_paper\\_85654](http://mpra.ub.uni-muenchen.de/MPRA_paper_85654)

NORMA Técnica Peruana. NTP 400.037 – 2014. Perú: Lima, 2014, 26 pp.

Disponible en <http://es.scribd.com/document/345114141/N-T-P-400037-2014-Especificaciones-Agregados>

NEETHLING, Jan. Advanced research methodologies. Tesis (Título de Maestría en Comercio). Vanderdijlpark: North-West University, Facultad de Ciencias Económicas y Tecnología de la Información, 2016. 275 pp.

OLIVARES, M, GALAN, C. y ROA, J. Los composites: Características y aplicaciones en la edificación. Artículo de Informes de la Construcción [en línea]. marzo-abril 2003, n.º 484. [Fecha de consulta: 27 de setiembre de 2019]. Disponible en <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/568>

ORTIZ, Frida. Diccionario de metodología de la investigación científica. México: Limusa, 2004, 176 pp.  
ISBN: 968-18-6433-6

OXICAL. La cal de alta pureza en la conservación. Oxical. [en línea]. 2017, n.º 2. [Fecha de consulta: 30 de setiembre de 2019]. Disponible en [http://foccal.org/descargas/La-Cal -% 20Alta-Pureza%20-% 20Conservacion. Pdf](http://foccal.org/descargas/La-Cal-%20Alta-Pureza%20-%20Conservacion.Pdf)  
ISSN: 1405-7743

PACCO, Juan. Efecto de la adición de cal en la resistencia a la compresión de un concreto. Tesis (Título de Ingeniero topógrafo y Agrimensor). Puno: Universidad Nacional del Altiplano - Puno, Facultad de Ciencias Agrarias, 2018. 96 pp.

POLO, Joel y RISCO, Jonathan. Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada de Trujillo, Facultad de Ingeniería, 2018. 160 pp.

RAJASEKAR, S, PHILOMINATHAN, P. and CHINNATHAMBI, V. RESEARCH METHODOLOGY. Physics [in line]. October 2013, n.º 3. [Fecha de consulta: 26 de setiembre de 2019]. Disponible en <http://arxiv.org/pdf/physics/0601009.pdf>

RONAK, Prakashkumar, JAYRAJ, Vinodsinh and JAYESHKUMAR, Pitroda. A study on glass fibre as an additive in concrete to increase concrete tensile strength. Research Paper Engineering [in línea]. February 2013, n.º 2. [Fecha de consulta: 26 de setiembre de 2019]. Disponible en [http://www.researchgate.net/publication/281178445\\_A\\_Study\\_on\\_Glass\\_Fibre\\_as\\_an\\_Additive\\_in\\_Concrete\\_to\\_Increase\\_Concrete\\_Tensile\\_Strength](http://www.researchgate.net/publication/281178445_A_Study_on_Glass_Fibre_as_an_Additive_in_Concrete_to_Increase_Concrete_Tensile_Strength)

ROMERO, Andrés y HERNÁNDEZ, Johan. Diseño de mezclas de hormigón por el método A.C.I. y efectos de la adición de cenizas volantes de termotasajero en la resistencia a la compresión. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Santos Tomas, Facultad de Ingeniería, 2014. 154 pp.  
ISBN: 978-612-302-060-6

SABINO, Carlos. El proceso de investigación [en línea]. Revista Panamericana. [Fecha de consulta: 15 de mayo, 2019].

SAMAR, Rahi. Research design and methods: A systematic review of research paradigms, sampling issues and instruments development. International journal of economics & management sciences [in línea]. 2017, n.º 2. [Fecha de consulta: 26 de setiembre de 2019].

Disponible en [http://www.researchgate.net/publication/316701205\\_Research\\_Design\\_and\\_Methods\\_A\\_Systematic\\_Review\\_of\\_Research\\_Paradigms\\_Sampling\\_Issues\\_and\\_Instruments\\_Development](http://www.researchgate.net/publication/316701205_Research_Design_and_Methods_A_Systematic_Review_of_Research_Paradigms_Sampling_Issues_and_Instruments_Development)  
ISSN: 2162-6359

SÁNCHEZ, Diego. Tecnología del concreto y del mortero. 5.a ed. Colombia: Bhandar, 2013. 346 pp.  
ISBN: 978-958-924-704-4

SALAMANCA, Rodrigo. Aplicación del cemento portland y los cementos adicionados. Revista ciencia e ingeniería neogranadina [en línea]. Julio 2001, n.º 9. [Fecha de consulta: 27 de setiembre de 2019].  
Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/911/91101005.pdf>  
ISSN: 0124-8170

STUPENENGO, Franco. Materiales y Materias Primas [en línea]. 3.a ed. Argentina: Ministerio de Educación, 2011 [fecha de consulta: 29 de setiembre de 2019].  
Disponible en: <http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/materiales-compuestos.pdf>

SCIENTIFIC study designs for research: an overview por Anita Acharya. [et al]. Indian Journal of Medical Specialities [in línea]. 3 (2): july-december 2012. [Fecha de consulta: 30 de setiembre de 2019].  
Disponible en [http://www.researchgate.net/publication/254387688\\_Scientific\\_study\\_designs\\_for\\_research\\_an\\_overview](http://www.researchgate.net/publication/254387688_Scientific_study_designs_for_research_an_overview)

USMAN, Muhammad. Operationalizing Variables in Theoretical Frameworks: A Comparative Analysis. Operationalizing variables [in línea]. March 2015, n.º 12. [Fecha de consulta: 26 de setiembre de 2019].  
Disponible en [http://www.researchgate.net/publication/275337768\\_Operationalizing\\_Variables\\_in\\_Theoretical\\_Frameworks\\_A\\_Comparative\\_Analysis](http://www.researchgate.net/publication/275337768_Operationalizing_Variables_in_Theoretical_Frameworks_A_Comparative_Analysis)  
ISSN: 2204-9827

USMAN, Muhammad. Identified research method according to the research methodology they belong and used in a research study. Journal of Health Care Chaplaincy [in línea]. October 2014, n.º 12. [Fecha de consulta: 26 de setiembre de 2019].  
Disponible en [http://www.researchgate.net/publication/277596220\\_Identified\\_research\\_method\\_according\\_to\\_the\\_research\\_methodology\\_they\\_belongs\\_and\\_used\\_in\\_a\\_research\\_stud](http://www.researchgate.net/publication/277596220_Identified_research_method_according_to_the_research_methodology_they_belongs_and_used_in_a_research_stud)

TAHERDOOST, Hamed. Sampling Methods in Research Methodology; How to Choose a Sampling Technique for Research. International Journal of Academic Research in Management [in line]. 2016, n.º 2. [Fecha de consulta: 26 de setiembre de 2019].

Disponible en [http://C:/Users/user/Downloads/Sampling\\_Methodin\\_Research\\_Methodology\\_HowtoChooseaSamplingTechniqueforResearch.pdf](http://C:/Users/user/Downloads/Sampling_Methodin_Research_Methodology_HowtoChooseaSamplingTechniqueforResearch.pdf)  
ISSN: 2296-1747



VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cualitativa, cuantitativa y mixta. Perú: San Marcos, 2013.  
ISBN: 978-612-302-878-7

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de Consistencia.

#### Título: “Incidencia en las propiedades Mecánicas del Pavimento Rígido adicionando Fibra de Vidrio – Fibra de Vidrio más Cal Hidratada, Lima 2020”

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿De qué manera la adición de la fibra de vidrio – fibra de vidrio más cal hidratada que sustituirá parcialmente al cemento mejoraran las propiedades mecánicas de un pavimento rígido, Lima 2020?	Analizar la adición de la fibra de vidrio – fibra de vidrio más cal hidratada que sustituirá parcialmente al cemento en las propiedades mecánicas del pavimento rígido, Lima 2020.	La adición de la fibra de vidrio – fibra de vidrio más cal hidratada que sustituirá parcialmente al cemento mejoran significativamente las propiedades mecánicas del pavimento rígido, Lima 2020.	VARIABLE INDEPENDIENTE FIBRA DE VIDRIO	DOSIFICACIONES ÓPTIMAS	1% FIBRA DE VIDRIO	De acuerdo al fin: Aplicada.  Según el nivel: Explicativo.  Según el diseño: Experimental de tipo cuasi experimental de corte longitudinal.
					3% FIBRA DE VIDRIO	
					5% FIBRA DE VIDRIO	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICOS				
¿De qué manera la adición de la fibra de vidrio mejorara las propiedades mecánicas del pavimento rígido, Lima 2020?	Determinar la adición de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del pavimento rígido, Lima 2020.	La adición de la fibra de vidrios mejora significativamente el esfuerzo a la flexión del pavimento rígido, Lima 2020.	VARIABLE INDEPENDIENTE FIBRA DE VIDRIO MÁS CAL HIDRATADA	DOSIFICACIONES ÓPTIMAS	1% FIBRA DE VIDRIO + 1% CAL HIDRATADA	De acuerdo al enfoque: Cuantitativo  Población: Todas las probetas del laboratorio.  Unidad de análisis: Pavimento rígido.  Muestra: 165 probetas las cuales serán ensayadas.
¿De qué manera la adición de la fibra de vidrio más cal hidratada mejoraran las propiedades mecánicas del pavimento rígido, Lima 2020?	Determinar la adición de la fibra de vidrio más cal hidratada en las propiedades mecánicas del pavimento rígido, Lima 2020.	La adición de la fibra de vidrio más cal hidratada mejoran significativamente el esfuerzo a la flexión del pavimento rígido, Lima 2020.			3% FIBRA DE VIDRIO + 5% CAL HIDRATADA	
					5% FIBRA DE VIDRIO + 10% CAL HIDRATADA	
¿De qué manera la adición de la fibra de vidrio incidirá en el costo de un pavimento rígido, Lima 2020?	Determinar la adición de la fibra de vidrio en el costo de un pavimento rígido, Lima 2020.	La adición de la fibra de vidrio influye positivamente en el costo de un pavimento rígido, Lima 2020.	VARIABLE DEPENDIENTE PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO	PROPIEDADES MECÁNICAS	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	Muestreo: No probabilístico  Técnica: Observación y Experimentos
					RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
¿De qué manera la adición de la fibra de vidrio más cal hidratada incidirá en el costo de un pavimento rígido, Lima 2020?	Determinar la adición de la fibra de vidrio más cal hidratada en el costo de un pavimento rígido, Lima 2020.	La adición de la fibra de vidrio más cal hidratada influyen positivamente en el costo de un pavimento rígido, Lima 2020.		COSTO	COSTOS DIRECTO	Instrumento: Ficha de observación directa, Ensayos y Presupuestos

## Anexo 2: Matriz de Operacionalización

### Título: “Incidencia en las propiedades Mecánicas del Pavimento Rígido adicionando Fibra de Vidrio – Fibra de Vidrio más Cal Hidratada, Lima 2020”

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION							
TITULO	INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MÁS CAL HIDRATADA, LIMA 2020.						
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICION	
VARIABLES INDEPENDIENTES	FIBRA DE VIDRIO	De acuerdo a Arango (2013), éste señala que "Fibra de vidrio es un material compuesto de baja densidad consistente en fibras continuas o discontinuas de vidrio embebida en una matriz plástica. Estas fibras se utilizan en el concreto para disminuir la fisuración por retracción y mejorar características como su capacidad a tensión y ductilidad"(p. 35).	A consecuencia de la adición de la fibra de vidrio en el pavimento rígido en diferentes proporciones, el cual tiene como propósito de mejorar o aportar a sus propiedades mecánicas, tanto para la resistencia a la flexión como a la comprensión, empleando proporciones óptimas del 1, 3 y 5 % de este material compuesto, los cuales serán debidamente representados por medio de las fichas técnicas.	DOSIFICACIONES ÓPTIMAS	1% FIBRA DE VIDRIO	FICHA TÉCNICA	RAZÓN
					3% FIBRA DE VIDRIO	FICHA TÉCNICA	RAZÓN
					5% FIBRA DE VIDRIO	FICHA TÉCNICA	RAZÓN
	FIBRA DE VIDRIO Y CAL HIDRATADA	De acuerdo a Higuera, Gómez y Pardo (2012), expresa que “El hidróxido de calcio son esencias en forma de polvorita llega a tener la propiedad de poder mezclarse con agua solo relativamente [...] tiene la característica de secado, por ello es utilizado para unir de manera efectiva generándose de esta forma como pasta debido a la interacción del agua" (p. 27).	A consecuencia de la adición de la fibra de vidrio y la cal hidratada en el pavimento rígido en diferentes proporciones, el cual tiene como propósito de mejorar o aportar a sus propiedades mecánicas, tanto para la resistencia a la flexión como a la comprensión, empleando proporciones óptimas del 1, 3 y 5 % para la fibra de vidrio y del 3, 5 y 10% para la cal hidratada, los cuales serán debidamente representados por medio de las fichas técnicas.	DOSIFICACIONES ÓPTIMAS	1% FIBRA DE VIDRIO + 1% CAL HIDRATA	FICHA TÉCNICA	RAZÓN
					3% FIBRA DE VIDRIO + 5% CAL HIDRATA	FICHA TÉCNICA	RAZÓN
					5% FIBRA DE VIDRIO + 10% CAL HIDRATA	FICHA TÉCNICA	RAZÓN
VARIABLE DEPENDIENTE	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO	De acuerdo a Romero y Hernández señala que “Las propiedades mecánicas permiten diferenciar los materiales que componen la mezcla; ya sea por su composición, estructura o comportamiento, cuando estos reaccionan a efectos físicos y químicos. Las propiedades mecánicas describen los comportamientos de dureza, resistencia, tenacidad y adherencia de los materiales pétreos.”. (p. 14).	Se cuenta con una complejidad importante en el concreto que está relacionado al mantenimiento, por lo tanto, es indispensables conocer las propiedades del hormigón para emplearlo eficazmente y de una manera adecuada. En el cual se evaluará las cualidades mecánicas por medio de la comprensión y la flexión, y el costo de la proporción óptima de los materiales compuestos a través del costo directo elaborado por intermediario de un presupuesto.	PROPIEDADES MECÁNICAS	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	ENSAYO DE FLEXIBILIDAD	RAZÓN
					RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	ENSAYO DE COMPRESIÓN	RAZÓN
				COSTO	COSTOS DIRECTO	ANÁLISIS DE COSTO	RAZÓN

### Anexo 3: Tablas de la investigación

**Tabla 58.** *Módulo de rotura según el tipo de pavimento*

Tipo de Pavimento	Módulo de Rotura (MR) Recomendado	
	Kg/cm <sup>2</sup>	PSI
Autopistas	48.0	682.7
Carreteras	48.0	682.7
Zonas Industriales	45.0	640.1
Urbanas Principales	45.0	640.1
Urbanas Secundarias	42.0	597.4

Fuente: Centeno, O. (2010) Pavimentos Rígidos.

**Tabla 59.** *Materiales comunes de la matriz polimétrica en la fibra de vidrio*

Polímero	Característica y aplicaciones
Termo endurecidos	
Epóxidos	Alta resistencia (para recipientes de filamentos enrollados).
Poliésteres	Para estructuras generales (usualmente reforzados con tejidos).
Fenólicos	Aplicaciones de alta temperatura.
Silicones	Aplicaciones eléctricas (por ejemplo, tableros de circuitos impresos).
Termoplásticos	
Nylon 66	Aplicaciones de alta temperatura, menos comunes, en general, buena ductilidad.
Policarbonato	
Poliestireno	

Fuente: Morales, S. (2008) Fibra de Vidrio, Pruebas y Aplicaciones.

**Tabla 60.** *Propiedades Mecánicas de los tipos de Fibra de Vidrio*

Propiedades	Vidrio D	Vidrio R	Vidrio AR
Densidad	2.14	2.53	2.68
Resistencia a la tensión	2500	4400	3000
Módulo elástico (Gpa)	55	86	72
Resistencia a la ruptura (%)	4.5	5.2	4.3

Fuente: Muñoz, C. (2007) Comportamiento mecánico del hormigón reforzado con fibra de vidrio.

**Tabla 61.** *Propiedades mecánicas entre la fibra de vidrio E y S*

<b>TIPO DE FIBRA</b>	<b>VIDRIO E</b>	<b>VIDRIO S-2</b>
Resistencia a la tracción (MPa)	3445	4890
Resistencia a la compresión (MPa)	1080	1600
Densidad (g / cm <sup>3</sup> )	2.58	2.46
Expansión térmica $\mu\text{m} / (\text{m } ^\circ\text{C})$	5.4	2.9
T de amortiguación T ( $^\circ\text{C}$ )	846	1056

Fuente: Ronak, Jayraj y Jayeshkumar. (2013) A Study on Glass Fibre as an Additive in Concrete to Increase Concrete Tensile Strength.

**Tabla 62.** *Comparación de propiedades mecánicas entre la fibra de vidrio y la fibra de queratina*

<b>Muestra</b>	<b>Carga máxima (N)</b>	<b>Elongación (mm/mm)</b>	<b>Esfuerzo máximo (GPa)</b>
<b>Fibra de Queratina</b>	1.03 $\pm$ 0.24	0.53 $\pm$ 0.07	0.899 $\pm$ 0.523
<b>Fibra de Vidrio AR</b>	0.58 $\pm$ 0.15	0.023 $\pm$ 0.009	3.6 $\pm$ 2.52

Fuente: Ossa, A, Cano, F, Arango, J y Montoya, C. (2007) Estudio comparativo de las propiedades mecánicas de la fibra de vidrio y queratina.

**Tabla 63.** *Incidencia de la fibra de vidrio en el concreto a la resistencia de la compresión*

<b>S.NO</b>	<b>M20 + Fibra de vidrio</b>	<b>Fuerza Flexible (N/mm<sup>2</sup>)</b>	
		<b>7 días</b>	<b>28 días</b>
<b>1</b>	<b>0.5%</b>	<b>1.42</b>	<b>2.45</b>
<b>2</b>	<b>1%</b>	<b>1.47</b>	<b>2.94</b>
<b>3</b>	<b>2%</b>	<b>1.3</b>	<b>2.6</b>
<b>4</b>	<b>3%</b>	<b>1.28</b>	<b>2.45</b>

Fuente: Chaitanya, Abhilash, Khasim y Manikanta. (2016) Experimental Studies on Glass Fiber Concrete.

**Tabla 64.** Composiciones químicas del Porcentaje en peso de la cal

COMPOSICIÓN QUÍMICA (% P/ P)	CL90	PC
SiO <sub>2</sub>	0.9	21.44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.1	5.36
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.1	3.38
CaO	72.46	60.48
MgO	0.7	1.05
K <sub>2</sub> O	0.02	0.65
Na <sub>2</sub> O	0	0.19
SO <sub>3</sub>	0	3.47
Cl	0	0.024
Pérdida por ignición	25.71	3.03
Total	100	99.07

Fuente: Ince, Derogar y Michlitsch (2015) Influence of supplementary cementitious materials on water transport kinetics and mechanical properties of hydrated lime and cement mortars.

**Tabla 65.** Tabla de retención máxima por tamiz

ABERTURA NOMINAL DEL TAMIZ, MM	DIMENSIÓN NOMINAL DEL TAMIZ				
	203.2 mm Diám. <sup>n</sup>	254 mm Diám. <sup>n</sup>	304.8 mm Diám. <sup>n</sup>	350 por 350 mm Diám. <sup>n</sup>	372 por 580 mm Diám. <sup>n</sup>
	ÁREA DE TAMIZADO, M <sup>2</sup>				
	<b>0.0285</b>	<b>0.0457</b>	<b>0.0670</b>	<b>0.1225</b>	<b>0.2158</b>
125	C	C	C	C	67.4
100	C	C	C	30.6	53.9
90	C	C	15.1	27.6	48.5
75	C	8.6	12.6	23.0	40.5
62	C	7.2	10.6	19.3	34.0
52	3.6	5.7	8.4	15.3	27.0
37.5	2.7	4.3	6.3	11.5	20.2
25.0	1.8	2.9	4.2	7.7	13.5
19.0	1.4	2.2	3.2	5.8	10.2
12.5	0.89	1.4	2.1	3.8	6.7
9.5	0.67	1.1	1.6	2.9	5.1
4.75	0.33	0.54	0.80	1.5	2.6

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013) NTP 400.37.

**Table 66.** Propiedades físicas del cemento

PRUEBA	Resultados	IQS:5/1984
Consistencia	0.29	0.24-0.32
Tiempo de fraguado inicial (min.)	210	min. 45 min.
Tiempo de fraguado final (min.)	330	Max 600 min.
Finura (%)	5	Max. 10 %

Fuente: Abdullah and Jallo. (2011) Mechanical Properties of Glass Fiber Reinforced Concrete.

**Tabla 67. Condiciones granulométricas para el agregado fino**

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA
NORMAL	ALTERNO	
9,5 mm	3/8"	100
4,75 mm	N.º 4	95-100
2,36 mm	N.º 8	80-100
1,18 mm	N.º 16	50-85
600 µm	N.º 30	25-60
300 µm	N.º 50	10-30
150 µm	N.º 100	2-10

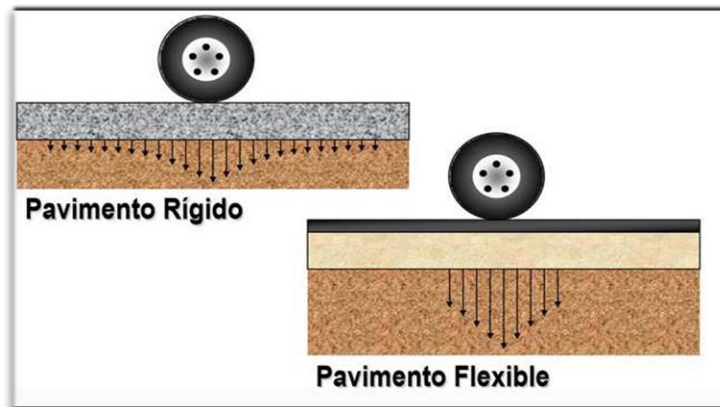
Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013) Manual de carretas.

**Tabla 68. Condiciones granulométricas para el agregado grueso**

HUSO	Tamaño Nominal	% Porcentaje que pasa													
		100 (4pl)	90 mm (3 ½ plg)	75 mm (3 plg)	63 mm (2½ plg)	50 mm (2 plg')	37,5 mm (1½ plg)	25,0 mm (1 plg)	19,0 mm (¾ plg)	12,5 mm (½ plg)	9,5 mm (3/8 plg)	4,75 mm (Nº 4)	2,36 mm (Nº 8)	1,18 mm (Nº 16)	300 µm (Nº 50)
1	90 a 37,5 mm (3½ -½ a 1plg)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 a 37,5 mm (2½- 1½ plg)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 a 25 mm (2 a 1 plg)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 a 4,75 mm (2 plg a Nº 4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37,5 a 19,0 mm (1½ a ¾ plg)	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37,5 a 4,75 mm (1½ plg a Nº 4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 a 12,5 mm (1 a ½ plg)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 a 9,5 mm (1 a 3/8 plg)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 a 4,75 mm (1 plg a Nº 4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 a 9,5 mm (¾ a 3/8 plg)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 a 4,75 mm (¾ plg a Nº 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12,5 a 4,75 mm (½ plg a Nº 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9,5 a 2,36 mm (3/8 plg a Nº 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9,5 a 1,18 mm (3/8 plg a Nº 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9A	4,75 a 1,18 mm (Nº 4 a Nº 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013) Manual de carretas.

**Anexos 4: Figuras de la investigacion.**



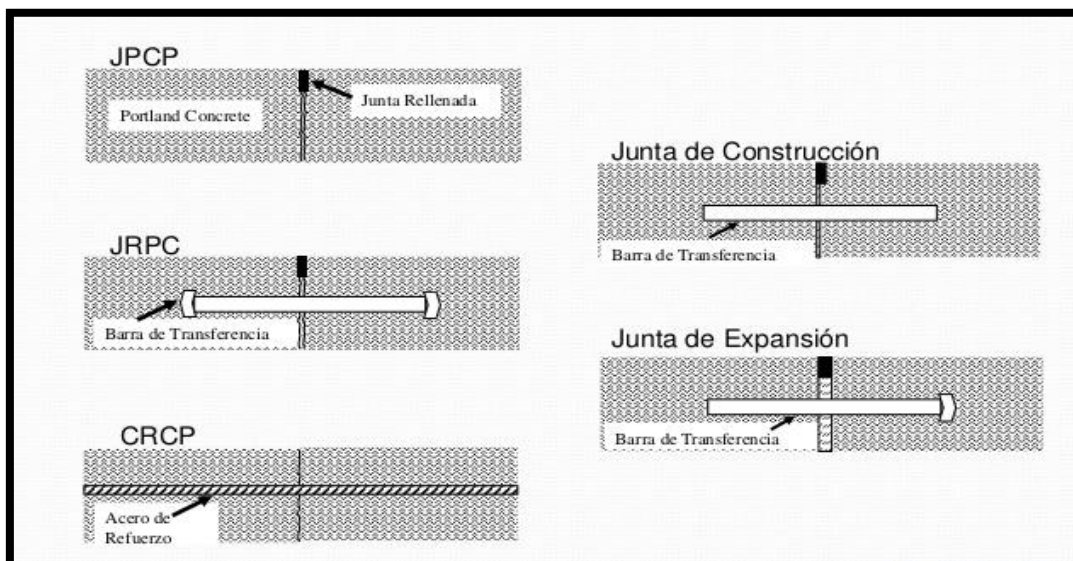
*Figura 24.* Distribución del peso en la capa de rodadura.

Fuente: Giordani y Leone, Universidad Tecnológica Nacional.



*Figura 25.* Corte transversal de un pavimento rígido.

Fuente: Giordani y Leone, Universidad Tecnológica Nacional.



*Figura 26.* Tipos de pavimentos reforzados y no reforzados.

Fuente: Sotil Chávez, Universidad Continental.





Figura 27. Edificación del pavimento rígido en la Avenida Venezuela 1922.

Fuente: Pavimentos de concreto, Asociación de Productores de cemento.



Figura 28. Edificación del pavimento rígido en la Vía Expresa.

Fuente: Pavimentos de concreto, Asociación de Productores de cemento.

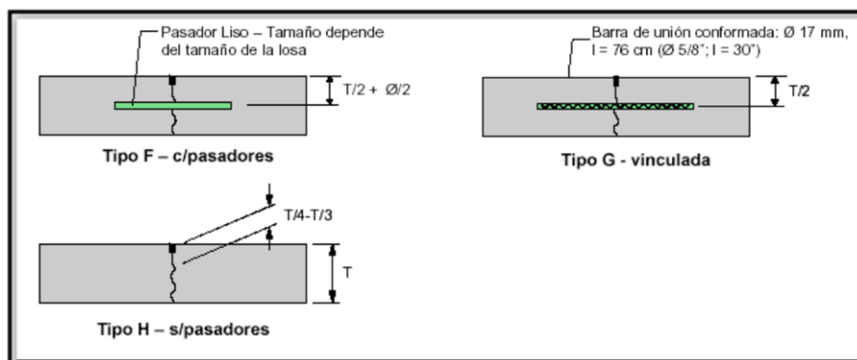
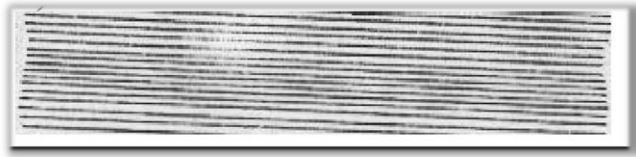


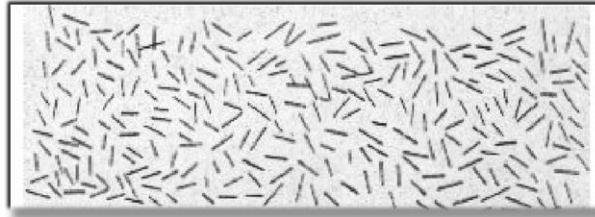
Figura 29. Juntas en el pavimento.

Fuente: Moreno Olivares, Universidad de Piura.



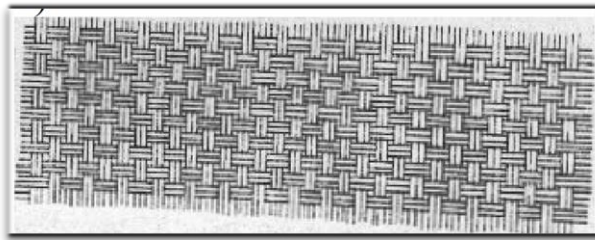
*Figura 30.* Fibra de vidrio continuas.

Fuente: Morales Ortuño, Instituto Politécnico Nacional.



*Figura 31.* Fibra de vidrio discretas.

Fuente: Morales Ortuño, Instituto Politécnico Nacional.



*Figura 32.* Fibra de vidrio de tela tejidas.

Fuente: Morales Ortuño, Instituto Politécnico Nacional.

## Anexo 5: Instrumento de Investigación.

Datos Generales	
Título de la investigación:	Incidencia en las propiedades Mecánicas del Pavimento Rígido adicionando Fibra de Vidrio – Fibra de vidrio más Cal Hidratada que sustituirá parcialmente al cemento, Lima 2019.
Solicitante:	Osorio Utrilla, Omar Erick
Responsable:	
Universidad:	Universidad César Vallejo
Especialidad:	Ingeniería Civil
Registro de Datos	
Ficha de trabajo N°	Hora:
Lugar donde se realiza el ensayo (Laboratorio)	

Registro del Ensayo de Flexión del Concreto												
N° de testigo	Estructura	Resis. Diseño kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro	Longitud	Relación L/D	Distancia entre apoyos Luz cm	Carga	Sección cm <sup>2</sup>	Resistencia obtenida	Porcentaje del diseño %
									Kgs			
1	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
2	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
3	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
4	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
5	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
6	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
7	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								
8	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								
9	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								

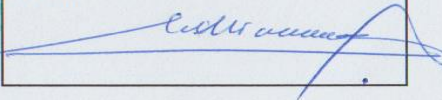
OBSERVACIONES:

APELLIDOS Y NOMBRE:

CORDERO Ruiz WILLIAM ALEJANDRO

DNI: 09527349 CIP: 84155

FIRMA:





INSTRUMENTO: FICHA DE OBSERVACIÓN DE DATOS	
ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	
Título de la investigación:	Incidencia en las propiedades Mecánicas del Pavimento Rígido adicionando Fibra de Vidrio – Fibra de vidrio más Cal Hidratada que sustituirá parcialmente al cemento, Lima 2019.
Solicitante:	Osorio Utrilla, Omar Erick
Responsable:	
Universidad:	Universidad César Vallejo
Especialidad:	Ingeniería Civil
Registro de Datos	
Ficha de trabajo N°	Hora:
Lugar donde se realiza el ensayo (Laboratorio)	

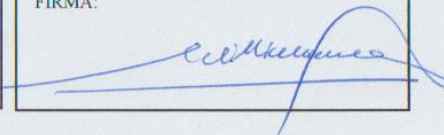
Registro del Ensayo de Flexión del Concreto												
N° de testigo	Estructura	Resis. Diseño kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro	Longitud	Relación L/D	Distancia entre apoyos Luz cm	Carga	Sección cm <sup>2</sup>	Resistencia obtenida	Porcentaje del diseño %
									Kgs			
1	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio + 3% de Cal hidratada	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
2	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio + 5% de Cal hidratada	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
3	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio + 10% de Cal hidratada	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
4	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio + 3% de Cal hidratada	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
5	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio + 5% de Cal hidratada	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
6	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio + 10% de Cal hidratada	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
7	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio + 3% de Cal hidratada	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								
8	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio + 5% de Cal hidratada	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								
9	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio + 10% de Cal hidratada	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								

OBSERVACIONES:

APELLIDOS Y NOMBRE:

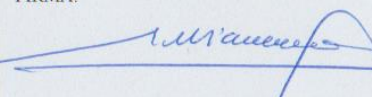
CORDERO Ruiz Williams Alejandro  
DNI: 09527349 CIP: 84155

FIRMA:



INSTRUMENTO: FICHA DE OBSERVACIÓN DE DATOS		
ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
Título de la investigación:	Incidencia en las propiedades Mecánicas del Pavimento Rígido adicionando Fibra de Vidrio – Fibra de vidrio más Cal Hidratada que sustituirá parcialmente al cemento, Lima 2019.	
Solicitante:	Osorio Utrilla, Omar Erick	
Responsable:		
Universidad:	Universidad César Vallejo	
Especialidad:	Ingeniería Civil	
Registro de Datos		
Ficha de trabajo N°		Hora:
Lugar donde se realiza el ensayo (Laboratorio)		

Registro del Ensayo de Flexión del Concreto												
N° de testigo	Estructura	Resis. Diseño kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro	Longitud	Relación L/D	Distancia entre apoyos Luz cm	Carga	Sección cm <sup>2</sup>	Resistencia obtenida	Porcentaje del diseño %
									Kgs			
1	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
2	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
3	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
4	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
5	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
6	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
7	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								
8	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								
9	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								

OBSERVACIONES:	APELLIDOS Y NOMBRE:	FIRMA:
	CORDERO Ruiz WILLIAMS Alejandro DNI: 09527349 CIP: 84155	



INSTRUMENTO: FICHA DE OBSERVACIÓN DE DATOS		
Título de la investigación:	Incidencia en las propiedades Mecánicas del Pavimento Rígido adicionando Fibra de Vidrio – Fibra de vidrio más Cal Hidratada que sustituirá parcialmente al cemento, Lima 2019.	
Solicitante:	Osorio Utrilla, Omar Erick	
Responsable:		
Universidad:	Universidad César Vallejo	
Especialidad:	Ingeniería Civil	
Registro de Datos		
Ficha de trabajo N°		Hora:
Lugar donde se realiza el ensayo (Laboratorio)		

Registro del Ensayo de compresión del concreto												
N° de testigo	Estructura	Resis. Diseño kg/cm2	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro	Longitud	Relación L/D	Factor de correlación	Carga	Sección cm2	Resistencia obtenida	Porcentaje del diseño %
									Kgs			
1	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio + 3% de Cal hidratada	210 kg7cm2		7								
2	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio + 5% de Cal hidratada	210 kg7cm2		7								
3	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio + 10% de Cal hidratada	210 kg7cm2		7								
4	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio + 3% de Cal hidratada	210 kg7cm2		14								
5	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio + 5% de Cal hidratada	210 kg7cm2		14								
6	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio + 10% de Cal hidratada	210 kg7cm2		14								
7	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio + 3% de Cal hidratada	210 kg7cm2		28								
8	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio + 5% de Cal hidratada	210 kg7cm2		28								
9	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio + 10% de Cal hidratada	210 kg7cm2		28								

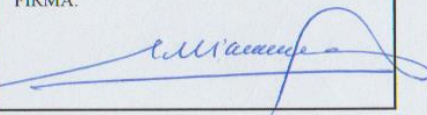
OBSERVACIONES:

APELLIDOS Y NOMBRE:

CORDERO Ruiz WILLIAMS Alejandro

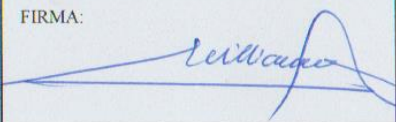
DNI: 09527349 CIP: 84155

FIRMA:



INSTRUMENTO: FICHA DE OBSERVACIÓN DE DATOS	
ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
Datos Generales	
ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
Datos Generales	
Título de la investigación:	Incidencia en las propiedades Mecánicas del Pavimento Rígido adicionando Fibra de Vidrio – Fibra de vidrio más Cal Hidratada que sustituirá parcialmente al cemento, Lima 2019.
Solicitante:	Osorio Utrilla, Omar Erick
Responsable:	
Universidad:	Universidad César Vallejo
Especialidad:	Ingeniería Civil
Registro de Datos	
Ficha de trabajo N°	Hora:
Lugar donde se realiza el ensayo (Laboratorio)	

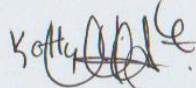
Registro del Ensayo de compresión del concreto												
N° de testigo	Estructura	Resis. Diseño kg/cm2	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro	Longitud	Relación L/D	Factor de correlación	Carga	Sección cm2	Resistencia obtenida	Porcentaje del diseño %
									Kgs			
1	Concreto Patrón	210 kg/cm2		7								
2	Concreto Patrón	210 kg/cm2		7								
3	Concreto Patrón	210 kg/cm2		7								
4	Concreto Patrón	210 kg/cm2		14								
5	Concreto Patrón	210 kg/cm2		14								
6	Concreto Patrón	210 kg/cm2		14								
7	Concreto Patrón	210 kg/cm2		28								
8	Concreto Patrón	210 kg/cm2		28								
9	Concreto Patrón	210 kg/cm2		28								

OBSERVACIONES:	APELLIDOS Y NOMBRE:	FIRMA:
	CORDERO Ruiz WILLIAM ALEJANDRO DNI: 09527349 CIP: 84155	



INSTRUMENTO: FICHA DE OBSERVACIÓN DE DATOS	
ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
Datos Generales	
ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION	
Datos Generales	
Título de la investigación:	Incidencia en las propiedades Mecánicas del Pavimento Rígido adicionando Fibra de Vidrio – Fibra de vidrio más Cal Hidratada que sustituirá parcialmente al cemento, Lima 2019.
Solicitante:	Osorio Utrilla, Omar Erick
Responsable:	
Universidad:	Universidad César Vallejo
Especialidad:	Ingeniería Civil
Registro de Datos	
Ficha de trabajo N°	Hora:
Lugar donde se realiza el ensayo (Laboratorio)	

Registro del Ensayo de compresión del concreto												
N° de testigo	Estructura	Resis. Diseño kg/cm2	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro	Longitud	Relación L/D	Factor de correlación	Carga	Sección cm2	Resistencia obtenida	Porcentaje del diseño %
									Kgs			
1	Concreto Patrón	210 kg7cm2		7								
2	Concreto Patrón	210 kg7cm2		7								
3	Concreto Patrón	210 kg7cm2		7								
4	Concreto Patrón	210 kg7cm2		14								
5	Concreto Patrón	210 kg7cm2		14								
6	Concreto Patrón	210 kg7cm2		14								
7	Concreto Patrón	210 kg7cm2		28								
8	Concreto Patrón	210 kg7cm2		28								
9	Concreto Patrón	210 kg7cm2		28								

OBSERVACIONES:	APELLIDOS Y NOMBRE: LOPEZ TORRES, KETTY GINA DNI: 08879329 CIP: 48997	FIRMA: 
----------------	---	---



INSTRUMENTO: FICHA DE OBSERVACIÓN DE DATOS	
Título de la investigación:	Incidencia en las propiedades Mecánicas del Pavimento Rígido adicionando Fibra de Vidrio – Fibra de vidrio más Cal Hidratada que sustituirá parcialmente al cemento, Lima 2019.
Solicitante:	Osorio Utrilla, Omar Erick
Responsable:	
Universidad:	Universidad César Vallejo
Especialidad:	Ingeniería Civil
Registro de Datos	
Ficha de trabajo N°	Hora:
Lugar donde se realiza el ensayo (Laboratorio)	

Registro del Ensayo de compresión del concreto												
N° de testigo	Estructura	Resis. Diseño kg/cm2	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro	Longitud	Relación L/D	Factor de correlación	Carga	Sección cm2	Resistencia obtenida	Porcentaje del diseño %
									Kgs			
1	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio + 3% de Cal hidratada	210 kg7cm2		7								
2	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio + 5% de Cal hidratada	210 kg7cm2		7								
3	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio + 10% de Cal hidratada	210 kg7cm2		7								
4	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio + 3% de Cal hidratada	210 kg7cm2		14								
5	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio + 5% de Cal hidratada	210 kg7cm2		14								
6	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio + 10% de Cal hidratada	210 kg7cm2		14								
7	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio + 3% de Cal hidratada	210 kg7cm2		28								
8	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio + 5% de Cal hidratada	210 kg7cm2		28								
9	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio + 10% de Cal hidratada	210 kg7cm2		28								

OBSERVACIONES:

APELLIDOS Y NOMBRE:

LOPEZ TORRES KETLY GINA

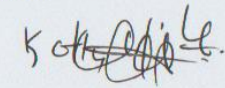
DNI: 08879721 CIP: 48997

FIRMA:

*Ketly Torres*

INSTRUMENTO: FICHA DE OBSERVACIÓN DE DATOS	
ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	
Título de la investigación:	Incidencia en las propiedades Mecánicas del Pavimento Rígido adicionando Fibra de Vidrio – Fibra de vidrio más Cal Hidratada que sustituirá parcialmente al cemento, Lima 2019.
Solicitante:	Osorio Utrilla, Omar Erick
Responsable:	
Universidad:	Universidad César Vallejo
Especialidad:	Ingeniería Civil
Registro de Datos	
Ficha de trabajo N°	Hora:
Lugar donde se realiza el ensayo (Laboratorio)	

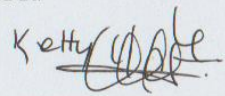
Registro del Ensayo de Flexión del Concreto												
N° de testigo	Estructura	Resis. Diseño kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro	Longitud	Relación L/D	Distancia entre apoyos Luz cm	Carga	Sección cm <sup>2</sup>	Resistencia obtenida	Porcentaje del diseño %
									Kgs			
1	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
2	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
3	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
4	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
5	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
6	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
7	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								
8	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								
9	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								

OBSERVACIONES:	APELLIDOS Y NOMBRE: <b>LOPEZ TORRES GETTY GINA</b> DNI: 08329321      CIP: 48997	FIRMA: 
----------------	--	---



INSTRUMENTO: FICHA DE OBSERVACIÓN DE DATOS	
ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	
Título de la investigación:	Incidencia en las propiedades Mecánicas del Pavimento Rígido adicionando Fibra de Vidrio – Fibra de vidrio más Cal Hidratada que sustituirá parcialmente al cemento, Lima 2019.
Solicitante:	Osorio Utrilla, Omar Erick
Responsable:	
Universidad:	Universidad César Vallejo
Especialidad:	Ingeniería Civil
Registro de Datos	
Ficha de trabajo N°	Hora:
Lugar donde se realiza el ensayo (Laboratorio)	

Registro del Ensayo de Flexión del Concreto												
N° de testigo	Estructura	Resis. Diseño kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro	Longitud	Relación L/D	Distancia entre apoyos Luz cm	Carga	Sección cm <sup>2</sup>	Resistencia obtenida	Porcentaje del diseño %
									Kgs			
1	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio + 3% de Cal hidratada	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
2	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio + 5% de Cal hidratada	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
3	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio + 10% de Cal hidratada	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
4	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio + 3% de Cal hidratada	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
5	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio + 5% de Cal hidratada	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
6	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio + 10% de Cal hidratada	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
7	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio + 3% de Cal hidratada	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								
8	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio + 5% de Cal hidratada	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								
9	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio + 10% de Cal hidratada	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								

OBSERVACIONES:	APELLIDOS Y NOMBRE: LOPEZ TORRES KETTY GINA DNI: 08879721 CIP: 48997	FIRMA: 
----------------	--	---

Datos Generales		
Título de la investigación:	Incidencia en las propiedades Mecánicas del Pavimento Rígido adicionando Fibra de Vidrio – Fibra de vidrio más Cal Hidratada que sustituirá parcialmente al cemento, Lima 2019.	
Solicitante:	Osorio Utrilla, Omar Erick	
Responsable:		
Universidad:	Universidad César Vallejo	
Especialidad:	Ingeniería Civil	
Registro de Datos		
Ficha de trabajo N°		Hora:
Lugar donde se realiza el ensayo (Laboratorio)		

Registro del Ensayo de Flexión del Concreto												
N° de testigo	Estructura	Resis. Diseño kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro	Longitud	Relación L/D	Distancia entre apoyos Luz cm	Carga	Sección cm <sup>2</sup>	Resistencia obtenida	Porcentaje del diseño %
									Kgs			
1	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
2	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
3	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
4	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
5	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
6	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
7	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								
8	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								
9	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								

OBSERVACIONES:

APELLIDOS Y NOMBRE:

LOPEZ TORRES KETLY SIMA  
DNI: 08879921 CIP: 48997

FIRMA:

*[Firma manuscrita]*



**INSTRUMENTO: FICHA DE OBSERVACIÓN DE DATOS  
ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

Datos Generales

Título de la investigación:	Incidencia en las propiedades Mecánicas del Pavimento Rígido adicionando Fibra de Vidrio – Fibra de vidrio más Cal Hidratada que sustituirá parcialmente al cemento, Lima 2019.		
Solicitante:	Osorio Utrilla, Omar Erick		
Responsable:			
Universidad:	Universidad César Vallejo		
Especialidad:	Ingeniería Civil		
Registro de Datos			
Ficha de trabajo N°		Hora:	
Lugar donde se realiza el ensayo (Laboratorio)			

Registro del Ensayo de compresión de concreto

N° de testigo	Estructura	Resis. Diseño kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro	Longitud	Relación L/D	Factor de correlación	Carga	Sección cm <sup>2</sup>	Resistencia obtenida	Porcentaje del diseño %
									Kgs			
1	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
2	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
3	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
4	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
5	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
6	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
7	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								
8	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								
9	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								

OBSERVACIONES:

APELLIDOS Y NOMBRE:

MORILLO ACUÑA, NEL

DNI: 25694553

CIP: 57321

FIRMA:

NEL MORILLO ACUÑA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 57321

INSTRUMENTO: FICHA DE OBSERVACIÓN DE DATOS	
ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
Datos Generales	
Título de la investigación:	Incidencia en las propiedades Mecánicas del Pavimento Rígido adicionando Fibra de Vidrio – Fibra de vidrio más Cal Hidratada que sustituirá parcialmente al cemento, Lima 2019.
Solicitante:	Osorio Utrilla, Omar Erick
Responsable:	
Universidad:	Universidad César Vallejo
Especialidad:	Ingeniería Civil
Registro de Datos	
Ficha de trabajo N°	Hora:
Lugar donde se realiza el ensayo (Laboratorio)	

Registro del Ensayo de compresión del concreto												
N° de testigo	Estructura	Resist. Diseño kg/cm2	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro	Longitud	Relación L/D	Factor de correlación	Carga	Sección cm2	Resistencia obtenida	Porcentaje del diseño %
									Kgs			
1	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio + 3% de Cal hidratada	210 kg/cm2		7								
2	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio + 5% de Cal hidratada	210 kg/cm2		7								
3	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio + 10% de Cal hidratada	210 kg/cm2		7								
4	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio + 3% de Cal hidratada	210 kg/cm2		14								
5	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio + 5% de Cal hidratada	210 kg/cm2		14								
6	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio + 10% de Cal hidratada	210 kg/cm2		14								
7	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio + 3% de Cal hidratada	210 kg/cm2		28								
8	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio + 5% de Cal hidratada	210 kg/cm2		28								
9	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio + 10% de Cal hidratada	210 kg/cm2		28								

OBSERVACIONES:

APELLIDOS Y NOMBRE:

Morillo Acuña, NEL

DNI: 25694553 CIP: 57321


FIRMA:

  
 NEL MORILLO ACUÑA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 57321




INSTRUMENTO: FICHA DE OBSERVACIÓN DE DATOS	
ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	
Datos Generales	
Título de la investigación:	Incidencia en las propiedades Mecánicas del Pavimento Rígido adicionando Fibra de Vidrio – Fibra de vidrio más Cal Hidratada que sustituirá parcialmente al cemento, Lima 2019.
Solicitante:	Osorio Utrilla, Omar Erick
Responsable:	
Universidad:	Universidad César Vallejo
Especialidad:	Ingeniería Civil
Registro de Datos	
Ficha de trabajo N°	Hora:
Lugar donde se realiza el ensayo (Laboratorio)	

Registro del Ensayo de Flexión del Concreto												
N° de testigo	Estructura	Resis. Diseño kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro	Longitud	Relación L/D	Distancia entre apoyos Luz cm	Carga	Sección cm <sup>2</sup>	Resistencia obtenida	Porcentaje del diseño %
									Kgs			
1	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
2	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
3	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
4	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
5	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
6	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
7	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								
8	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								
9	Concreto Patrón	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								

OBSERVACIONES:	APELLIDOS Y NOMBRE:	FIRMA:
	MORILLO ACUÑA, NEL	
	DNI: 25694553 CIP: 57321	NEL MORILLO ACUÑA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 57321

INSTRUMENTO: FICHA DE OBSERVACIÓN DE DATOS	
ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	
Datos Generales	
Título de la investigación:	Incidencia en las propiedades Mecánicas del Pavimento Rígido adicionando Fibra de Vidrio – Fibra de vidrio más Cal Hidratada que sustituirá parcialmente al cemento, Lima 2019.
Solicitante:	Osorio Utrilla, Omar Erick
Responsable:	
Universidad:	Universidad César Vallejo
Especialidad:	Ingeniería Civil
Registro de Datos	
Ficha de trabajo N°	Hora:
Lugar donde se realiza el ensayo (Laboratorio)	

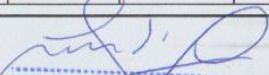
Registro del Ensayo de Flexión del Concreto												
N° de testigo	Estructura	Resis. Diseño kg/cm2	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro	Longitud	Relación L/D	Distancia entre apoyos Luz cm	Carga	Sección cm2	Resistencia obtenida	Porcentaje del dise% %
									Kgs			
1	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio + 3% de Cal hidratada	210 kg7cm2		7								
2	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio + 5% de Cal hidratada	210 kg7cm2		7								
3	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio + 10% de Cal hidratada	210 kg7cm2		7								
4	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio + 3% de Cal hidratada	210 kg7cm2		14								
5	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio + 5% de Cal hidratada	210 kg7cm2		14								
6	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio + 10% de Cal hidratada	210 kg7cm2		14								
7	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio + 3% de Cal hidratada	210 kg7cm2		28								
8	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio + 5% de Cal hidratada	210 kg7cm2		28								
9	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio + 10% de Cal hidratada	210 kg7cm2		28								

OBSERVACIONES:	APELLIDOS Y NOMBRE: <b>MORILLO ACUÑA, NEL</b> DNI: <b>25694553</b> CIP: <b>57321</b>	FIRMA:  <b>NEL MORILLO ACUÑA</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>Reg. CIP N° 57321</b>
----------------	--	---



INSTRUMENTO: FICHA DE OBSERVACIÓN DE DATOS	
ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	
Datos Generales	
Título de la investigación:	Incidencia en las propiedades Mecánicas del Pavimento Rígido adicionando Fibra de Vidrio – Fibra de vidrio más Cal Hidratada que sustituirá parcialmente al cemento, Lima 2019.
Solicitante:	Osorio Utrilla, Omar Erick
Responsable:	
Universidad:	Universidad César Vallejo
Especialidad:	Ingeniería Civil
Registro de Datos	
Ficha de trabajo N°	Hora:
Lugar donde se realiza el ensayo (Laboratorio)	

Registro del Ensayo de Flexión del Concreto												
N° de testigo	Estructura	Resis. Diseño kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro	Longitud	Relación L/D	Distancia entre apoyos Luz cm	Carga	Sección cm <sup>2</sup>	Resistencia obtenida	Porcentaje del diseño %
									Kgs			
1	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
2	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
3	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		7								
4	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
5	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
6	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		14								
7	Concreto Adicionando 1% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								
8	Concreto Adicionando 3% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								
9	Concreto Adicionando 5% de fibra de vidrio	210 kg/cm <sup>2</sup>		28								

OBSERVACIONES:	APELLIDOS Y NOMBRE: MORILLO ACUÑA, NEL DNI: 25694553 CIP: 57321	FIRMA:  NEL MORILLO ACUÑA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 57321
----------------	---	--

## ANEXO 6: Especificaciones Técnicas de La cal Hidratada o Hidróxido de calcio.



---

### FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO

CAL NOFISCALIZADA  
(CaO menor al 40%)

#### CARACTERÍSTICAS

##### Composición Química

Oxido de Calcio: 30%  
Carbonato de Calcio: 70%

ESTADO: sólido en polvo.

TAMAÑO DE PARTÍCULA "GRANULOMETRÍA": <Malla 80

COLOR: Blanco.

EMPAQUE PRIMARIO: Sacos de Polipropileno.

CANTIDAD POR PRESENTACIÓN: Sacos por 25 Kg

#### USOS

El producto CAL NF, es principalmente usado en la Industria de la construcción como aditivo en la preparación de morteros con cemento y arena;

Utilizado como desinfectante en la Avicultura, acuicultura y agricultura.

Como principal aportante de Calcio a los suelos en la agricultura.

#### VENTAJAS DE USO DE CAL NF

La Cal NF por su contenido de Óxido de Calcio, en contacto con la humedad, reacciona con elevación de la temperatura, a >80% produciendo la desinfección del suelo, sus otros componentes son buenos retenedores de humedad del suelo.

La Cal NF mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos. Aporta calcio


La Cal NF mejora la preparación del mortero proveyendo plasticidad a la mezcla, cemento arena

La Cal NF desinfecta las posas en la acuicultura, y agrega nutrientes

---




## ANEXO 7: Especificaciones Técnicas de La cal Hidratada o Hidróxido de calcio.



# Aishogor

Aislamiento Térmico y Acústico de Fibra de Vidrio para Muros y Techos



---

### DESCRIPCIÓN

Aislamiento termoacústico fabricado con fibra de vidrio de baja densidad, aglutinada con resina fenólica de fraguado térmico, presentado en rollos de color rosa ya sea sin recubrimiento o con papel kraft asfaltado.

### USOS Y APLICACIONES

El Aishogor se recomienda como aislamiento térmico y acústico en el ramo de la construcción, en usos como interior de muros y cancelas divisorias, sobre falsos plafones y como absorbente de sonido bajo cierto tipo de pisos y en el interior de sistemas hechos con paneles de yeso.

### VENTAJAS

**Máxima eficiencia térmica:** Al tener la más baja conductividad térmica que cualquier otro aislante de su tipo, garantiza la menor pérdida o ganancia de calor y un ahorro substancial en sistemas constructivos residenciales y comerciales.

**Máxima eficiencia acústica:** Este producto es uno de los mas eficientes en absorción de sonido respecto a los productos que ofrece Owens Corning, ayudando a crear un ambiente más silencioso y cómodo.

**No favorece la corrosión:** La naturaleza no ferrosa de la fibra de vidrio no favorece la corrosión en acero, cobre y aluminio, dando como resultado una mayor vida útil en equipos e instalaciones.

**Resistencia a la vibración:** El diámetro y la longitud de nuestra fibra, además del tipo de fibrado, hacen que no tenga shot (0% de shot), lo cual impide que el aislamiento se desprenda de los sistemas constructivos residenciales y comerciales sujetos a vibraciones que dejan pasar el ruido. Al mantener su forma original, se conserva uniformidad en la conductividad térmica y flujo de calor o frío en cualquier lugar, así como el paso del ruido.

**Fácil de instalar y manejar:** Por su densidad, flexibilidad y facilidad de manejo, es un material de rápida instalación que se adapta a las superficies irregulares de los sistemas constructivos, maximizando la productividad en la instalación, sin dañar los sistemas constructivos.

**Bajo mantenimiento y larga duración:** Se caracteriza por su larga duración, y como consecuencia los gastos de mantenimiento son mínimos y la reposición del aislamiento en un sistema bien instalado es a muy largo plazo.

**Económico:** Por su eficiencia térmica y acústica, durabilidad, facilidad de instalación, versatilidad de uso y precio, el Aishogor es el material más económico de su tipo en el mercado de los termoacústicos para el área residencial y comercial.

**Resistente:** Las características de los rollos y las propiedades de la fibra de vidrio le permiten al material recuperar su forma y espesor siempre y cuando la presión que lo deforma se retire, asegurando su valor R (Resistencia Térmica).

**Inorgánico e inodoro:** La fibra de vidrio no crea hongos ni bacterias, con lo que se evita la aparición de olores y el alargamiento de la vida útil del material.

**Dimensionalmente estable:** Este producto no se expande ni se contrae al estar expuesto a cambios de temperatura considerables, con la cual se evita la formación de aberturas que permitan la fuga o entrada de calor, frío o sonido.

**Incombustible (sin recubrimiento):** Su naturaleza y componentes no combustibles evitan el riesgo de propagación del fuego, lo que reduce el costo de las primas de los seguros contra incendio.

---

### PRESENTACIÓN

Rollos flexibles color rosa disponibles en las siguientes dos presentaciones:

Presentación	Disponibilidad en anchos	Longitud estándar
Sin Recubrimiento	39.4 cm a 183 cm	12 metros
	15.5 pulg. a 72 pulg.	
Con Papel Kraft asfaltado	41 cm a 61 cm	
	16 pulg. a 24 pulg.	

\*Si requiere longitudes especiales, favor de consultar a nuestro Departamento de Ventas.

### PROPIEDADES FÍSICAS

Propiedad	Método de Prueba	Valor
Absorción de vapor de agua	ASTM C 1104	Promedio de 0.05% por volumen
Emisión de olores	ASTM 1304	Cumple con la norma
No corrosión	ASTM C 665	Cumple con la norma
Resistencia a los hongos	ASTM C 1338	Cumple con la norma

---

### DATOS TÉCNICOS NOMINALES

Valor R	Espesor	Conductividad	Banda de Octava (Hertz)*									
			125	250	500	1000	2000	4000	NRC			
m <sup>2</sup> ·KW	(F·R <sup>2</sup> ·H / BTU)	cm	in.	W/m·K	(BTU·in/H·F)							
1.41	(8)	6.4	(2.5)	0.045	(0.313)	0.21	0.62	0.93	0.92	0.91	1.03	0.85
1.76	(10)	7.6	(3)	0.043	(0.300)	0.29	0.82	1.02	0.94	0.96	0.98	0.95
1.94	(11)	8.9	(3.5)	0.046	(0.318)	0.48	1.00	1.12	1.03	0.97	0.96	1.05
2.29	(13)	8.9	(3.5)	0.039	(0.269)	0.49	1.11	1.12	1.02	1.01	1.05	1.05
3.35	(19)	15.9	(6.25)	0.047	(0.329)	0.67	1.22	1.08	1.04	1.05	1.05	1.10

\*Los valores de coeficientes de absorción de sonido son especificados sin barrera de vapor. Los valores mostrados en esta tabla son calculados respecto a parámetros de manufactura.

### VALORES CERTIFICADOS POR ONNCCCE

\*Valores Certificados por ONNCCCE de acuerdo a la NOM-018-ENER-2011

Parámetro	Aishogor			
	R-8	R-11	R-13	R-19
Densidad	11,92 Kg/m <sup>3</sup>	10,03 Kg/m <sup>3</sup>	14,07 Kg/m <sup>3</sup>	9,73Kg/m <sup>3</sup>
Resistencia Térmica	1,41 m <sup>2</sup> ·KW	1,94 m <sup>2</sup> ·KW	12,22 m <sup>2</sup> ·KW	3,45 m <sup>2</sup> ·KW
Permeabilidad al vapor del agua	0,0876 ng/Pars·m	0,1154 ng/Pars·m	0,1162 ng/Pars·m	0,1108 ng/Pars·m
Absorción de humedad y absorción de agua	1,77 % (masa) 0,0225 % (volumen)	1,76 % (masa) 0,0153% (volumen)	1,22 % (masa) 0,0186 % (volumen)	1,80 % (masa) 0,0169 % (volumen)

\*Los valores representados en esta tabla son resultados de pruebas realizadas en un laboratorio acreditado por el EMA y respaldan el cumplimiento de los valores ofrecidos por el producto de esta ficha técnica.

---

### NORMATIVIDAD

ASTM C 553-02 TIPO 1: Aislamiento térmico de fibra mineral para aplicaciones industriales y comerciales.

ASTM E 136-04: Prueba de incombustibilidad para materiales de construcción (sin recubrimiento).

ASTM E 84 25/50: Característica de combustión superficial. Propagación de la flama = 25, y Desprendimiento de humo = 50.

UL 723: Característica de combustión superficial (sin barrera de vapor). Propagación de la flama = 25, y Desprendimiento de humo = 50.

NOM-018-ENER-2011: Aislantes térmicos para edificaciones, Características, Límites y Términos de prueba.



## Anexo 8: Panel fotográfico



Figura 33. Proceso del ensayo de los análisis granulométricos de los agregados finos y gruesos.

Fuente: elaboración Propia.

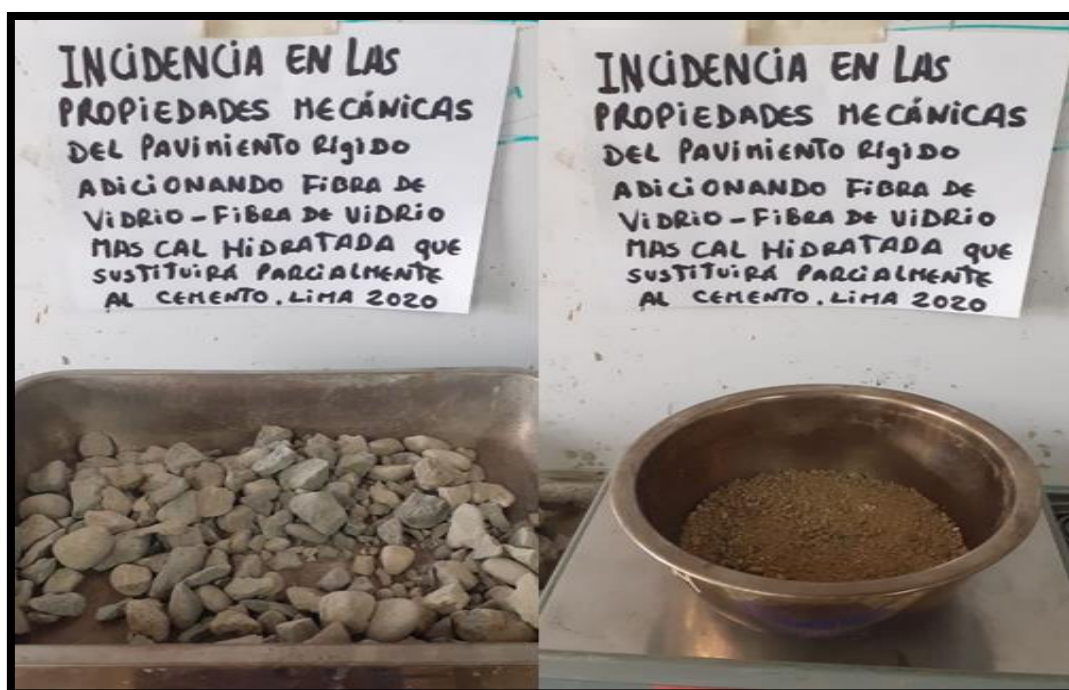


Figura 34. Proceso de pesado, para obtener el contenido de humedad de la grava y arena.

Fuente: elaboración Propia.



Figura 35. Proceso de secado, para obtener el contenido de humedad de la grava y arena.

Fuente: elaboración Propia.



Figura 36. Peso específico y absorción del agregado grueso.

Fuente: elaboración Propia.



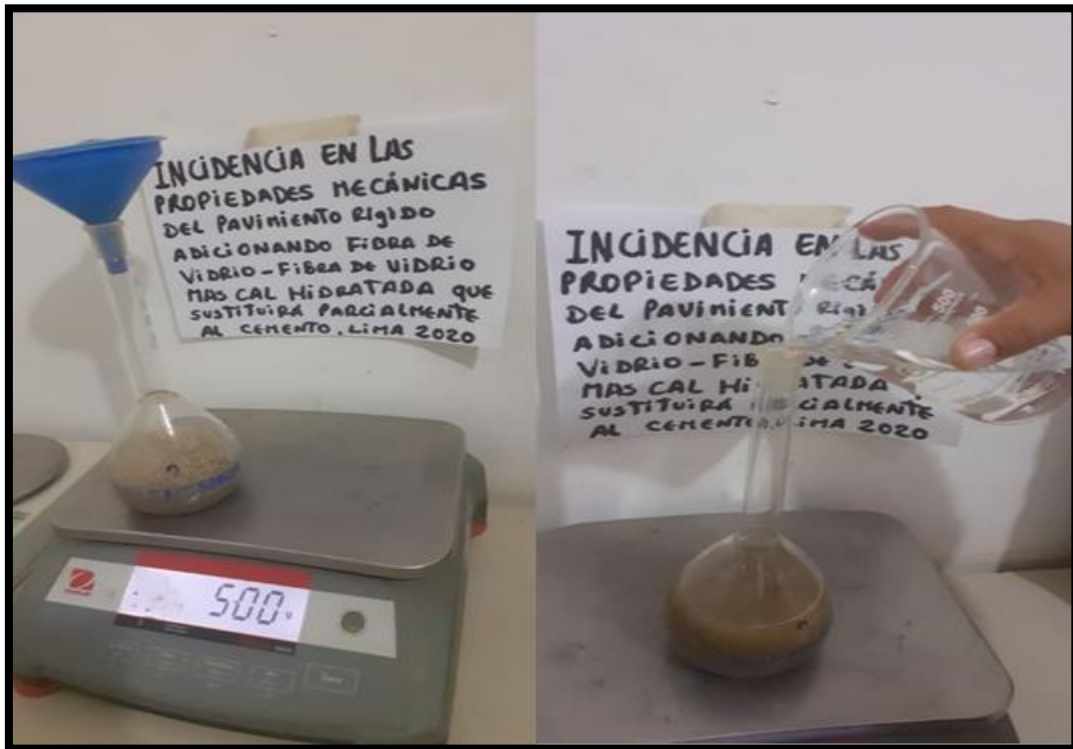


Figura 37. Peso específico y absorción del agregado fino.

Fuente: elaboración Propia.



Figura 38. Molde del probetas y viga empleados en el desarrollo del proyecto.

Fuente: elaboración Propia.



*Figura 39.* Mezcladora empleada en el laboratorio para la combinación de materiales.

Fuente: elaboración Propia.



*Figura 40.* Material grueso y fino empleados para el desarrollo del proyecto.

Fuente: elaboración Propia.





*Figura 41.* Cal hidratada y Fibra de vidrio empleados para el desarrollo del proyecto.

Fuente: elaboración Propia.



*Figura 42.* Agua y cemento empleados para el desarrollo del proyecto.

Fuente: elaboración Propia.





*Figura 43.* Cono de abramos y balanza empleados para el desarrollo del proyecto.

Fuente: elaboración Propia.



*Figura 44.* Máquina de compresión y flexión empleada para el desarrollo del proyecto.

Fuente: elaboración Propia.



*Figura 45.* Peso de las cantidades de material grueso y fino estipulados en el diseño de mezcla.

Fuente: elaboración Propia.



*Figura 46.* Peso de las cantidades de fibra de vidrio y cal hidratada estipulados en los diseños de mezcla.

Fuente: elaboración Propia.





Figura 47. Peso de las cantidades de agua y cemento estipulados en el diseño de mezcla.

Fuente: elaboración Propia.



Figura 48. Proceso mezclado de materiales y adición de la fibra de vidrio y cal hidratada.

Fuente: elaboración Propia.



Figura 49. Proceso de chazado y vaciado en las probetas y moldes de vigas para las diferentes edades y adiciones de la fibra de vidrio- vibra de vidrio más cal hidratada.

Fuente: elaboración Propia.



Figura 50. Procesos del ensayo de cono de habrâma para determinar el asentamiento del concreto en la adición del 1% de fibra de vidrio.

Fuente: elaboración Propia.





Figura 51. Procesos de medición del asentamiento del concreto en la adición del 1% de fibra de vidrio.

Fuente: elaboración Propia.



Figura 52. Procesos de medición del asentamiento del concreto en la adición del 1% de fibra de vidrio y vaciado en el molde de viga de concreto para las edades de 7, 14 y 28 días.

Fuente: elaboración Propia.



Figura 53. Procesos de medición del asentamiento del concreto en la adición del 3% de fibra de vidrio y vaciado en el molde de viga de concreto para las edades de 7, 14 y 28 días.

Fuente: elaboración Propia.

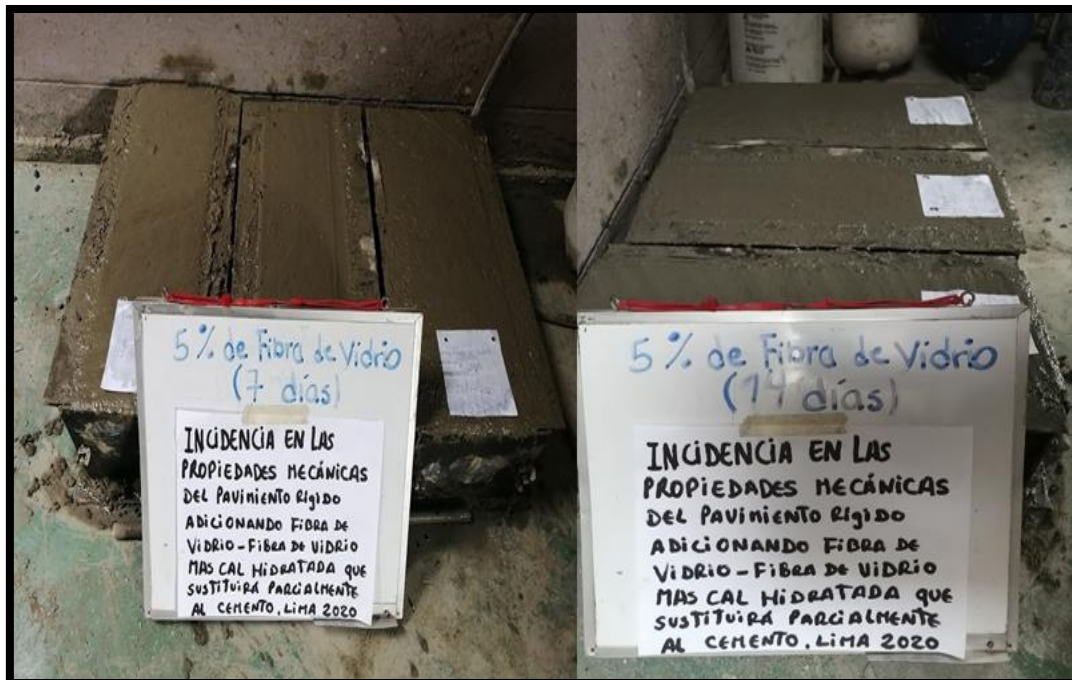


Figura 54. Procesos de medición del asentamiento del concreto en la adición del 5% de fibra de vidrio y vaciado en el molde de viga de concreto para las edades de 7, 14 y 28 días.

Fuente: elaboración Propia.





Figura 55. Procesos de medición del asentamiento del concreto en la adición del 1% de fibra de vidrio más el 1% de cal hidratada y el vaciado en el molde de viga de concreto para las edades de 7, 14 y 28 días.

Fuente: elaboración Propia.



Figura 56. Procesos de medición del asentamiento del concreto en la adición del 3% de fibra de vidrio más el 5% cal hidratada, como también la adición del 5% y 10% y el vaciado en los moldes de viga de concreto para las edades de 7, 14 y 28 días.

Fuente: elaboración Propia.





Figura 57. Proceso de curado para las probetas y vigas de concreto para las edades de 7,14 y 28 días.

Fuente: elaboración Propia.



Figura 58. Rotura de la viga de la muestra patrón y con la adición del 1% de fibra de vidrio en la edad de 7 días.

Fuente: elaboración Propia.

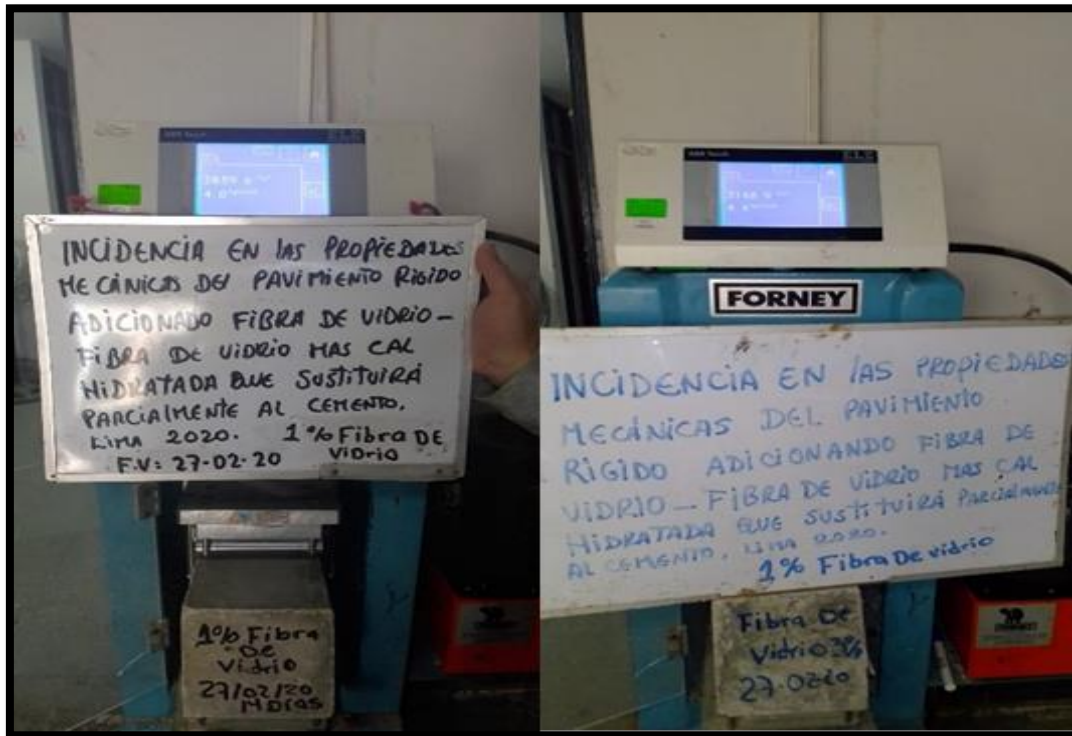


Figura 59. Rotura de las vigas con la adición del 1% de fibra de vidrio en las edades de 14 y 28 días.

Fuente: elaboración Propia.



Figura 60. Rotura de la probeta de la muestra patrón y con la adición del 1% de fibra de vidrio en la edad de 7 días.

Fuente: elaboración Propia.





Figura 61. Rotura de las probetas con la adición del 1% de fibra de vidrio en las edades de 14 y 28 días.

Fuente: elaboración Propia.



Figura 62. Rotura de la viga de la muestra patrón y con la adición del 3% de fibra de vidrio en la edad de 7 días.

Fuente: elaboración Propia.

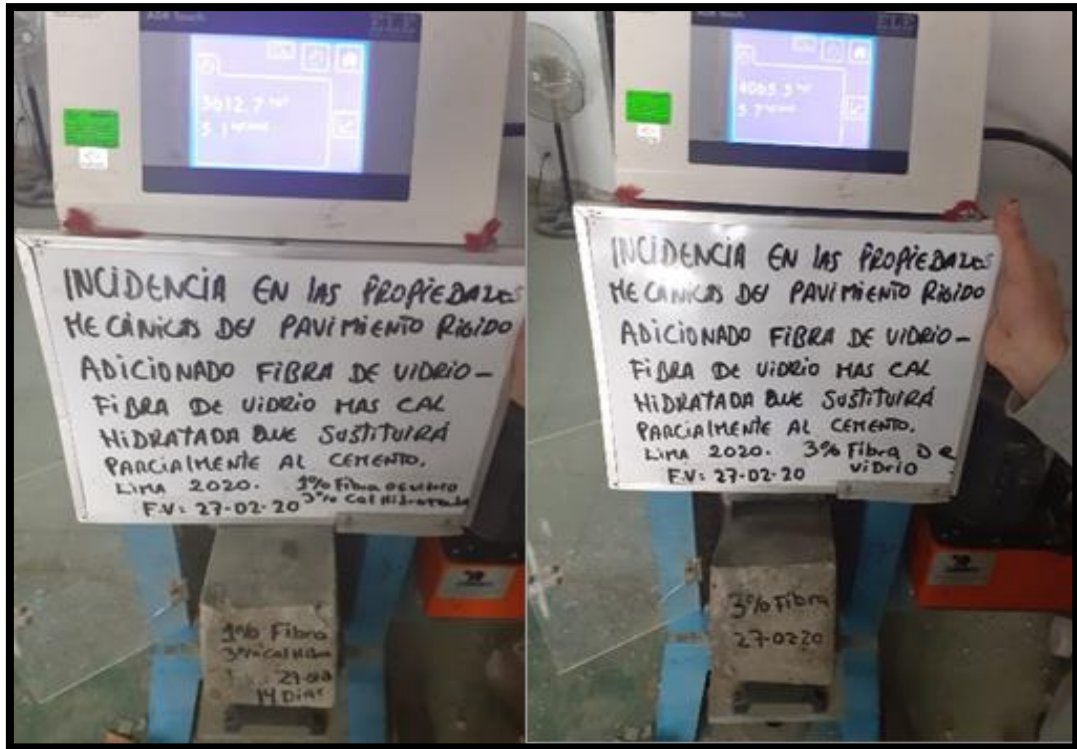


Figura 63. Rotura de las vigas con la adición del 3% de fibra de vidrio en las edades de 14 y 28 días.

Fuente: elaboración Propia.



Figura 64. Rotura de la probeta de la muestra patrón y con la adición del 3% de fibra de vidrio en la edad de 7 días.

Fuente: elaboración Propia.





Figura 65. Rotura de las probetas con la adición del 3% de fibra de vidrio en las edades de 14 y 28 días.

Fuente: elaboración Propia.



Figura 66. Rotura de la viga de la muestra patrón y con la adición del 5% de fibra de vidrio en la edad de 7 días.

Fuente: elaboración Propia.

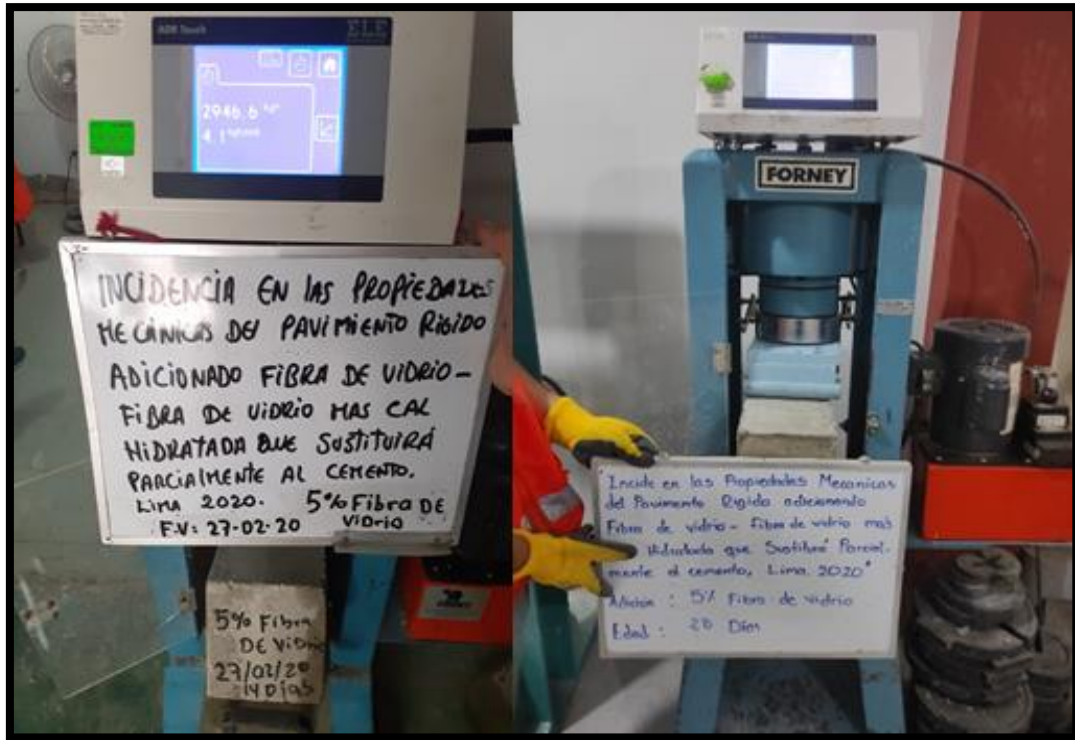


Figura 67. Rotura de las vigas con la adición del 5% de fibra de vidrio en las edades de 14 y 28 días.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 68. Rotura de la probeta de la muestra patrón y con la adición del 5% de fibra de vidrio en la edad de 7 días.

Fuente: elaboración Propia.





Figura 69. Rotura de las probetas con la adición del 5% de fibra de vidrio en las edades de 14 y 28 días.

Fuente: elaboración Propia.



Figura 70. Rotura de las vigas patrón y además con la adición del 1% de fibra de vidrio más el 1% de cal hidratada el cual sustituye parcial mente al cemento en las edades de 7 días.

Fuente: elaboración Propia.

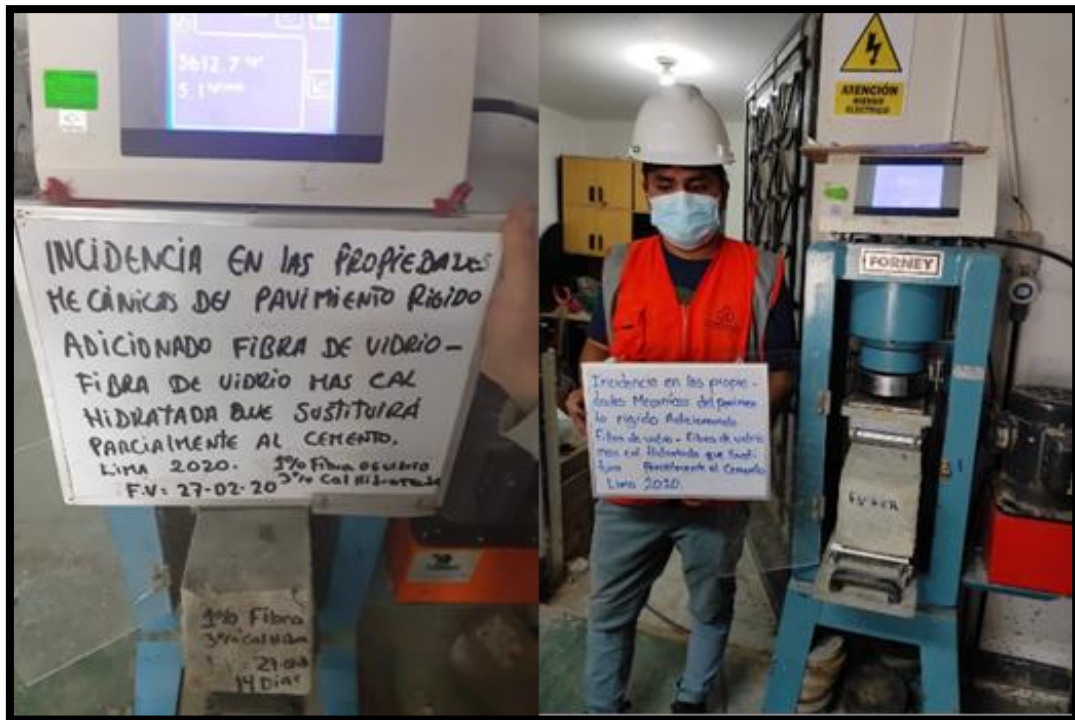


Figura 71. Rotura de las vigas con la adición del 1% de fibra de vidrio más el 1% de cal hidratada el sustituye parcial mente al cemento en las edades de 14 y 28 días.

Fuente: elaboración Propia.



Figura 72. Rotura de las probetas con la adición del 1% de fibra de vidrio más 1% de cal hidratada el cual sustituye parcial mente al cemento en las edades de 7 y 28 días.

Fuente: elaboración Propia.





Figura 73. Rotura de las probetas de las muestras patrón y con la adición del 1% de fibra de vidrio más 1% de cal hidratada el cual sustituye parcialmente el cemento en las edades de 14 días.

Fuente: elaboración Propia.



Figura 74. Rotura de las vigas patrón y además de las adiciones del 3% de fibra de vidrio más el 5% de cal hidratada el cual sustituye parcialmente el cemento en la edad de 7 días.

Fuente: elaboración Propia.



Figura 75. Rotura de las vigas con la adición del 3% de fibra de vidrio más el 5% de cal hidratada el cual sustituye parcialmente al cemento en las edades de 14 y 28 días.

Fuente: elaboración Propia.



Figura 76. Rotura de las probetas con la adición del 3% de fibra de vidrio más 5% de cal hidratada el cual sustituye parcialmente al cemento en las edades de 14 y 28 días.

Fuente: elaboración Propia.



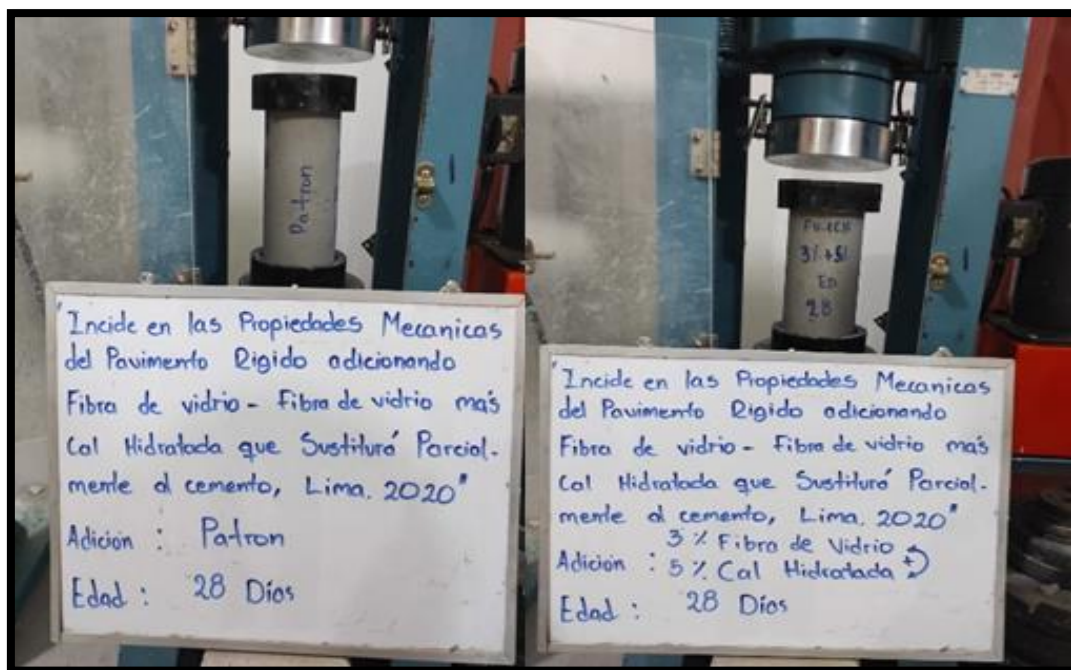


Figura 77. Rotura de las probetas de la muestra patrón y de la adición del 3% de fibra de vidrio más 5% de cal hidratada el cual sustituye parcialmente al cemento en la edad de días.

Fuente: elaboración Propia.

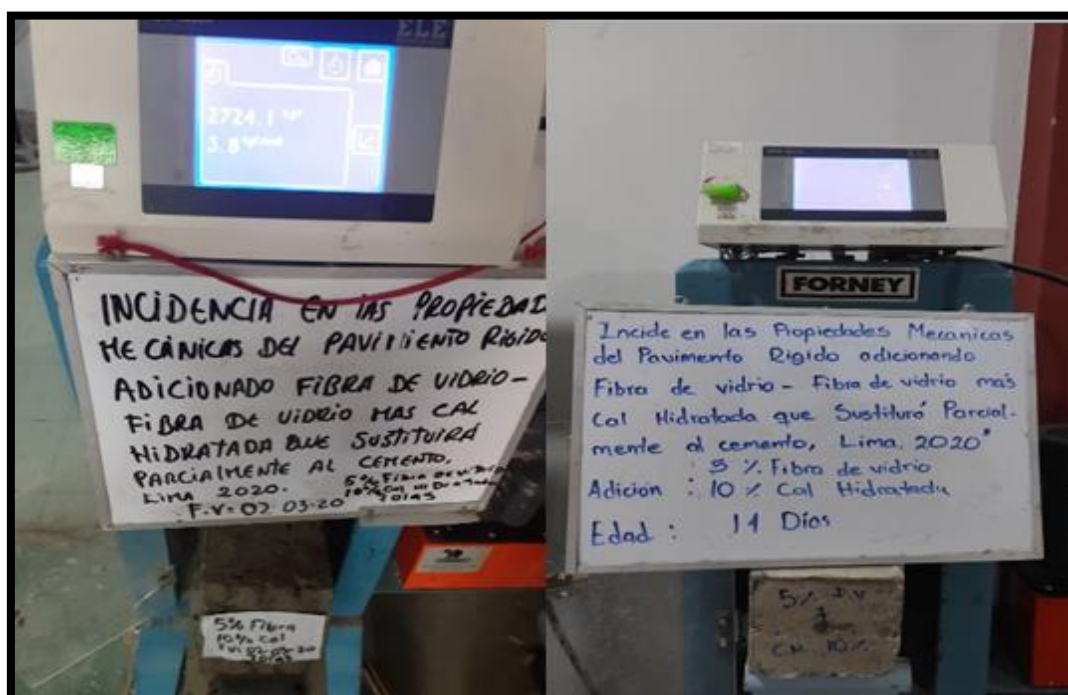


Figura 78. Rotura de las vigas con la adición del 5% de fibra de vidrio más el 10% de cal hidratada el cual sustituye parcialmente al cemento en las edades de 7 y 14 días.

Fuente: elaboración Propia.

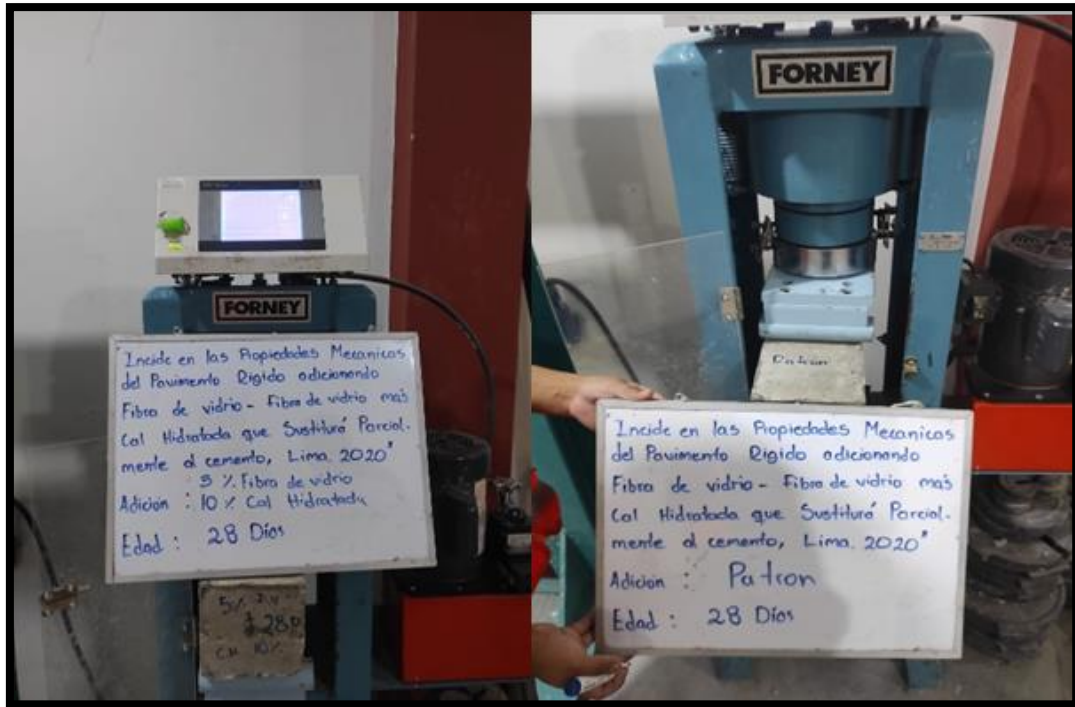


Figura 79. Rotura de las vigas patrón y además de las adiciones del 5% de fibra de vidrio más el 10% de cal hidratada el cual sustituye parcial mente al cemento en la edad de 28 días.

Fuente: elaboración Propia.

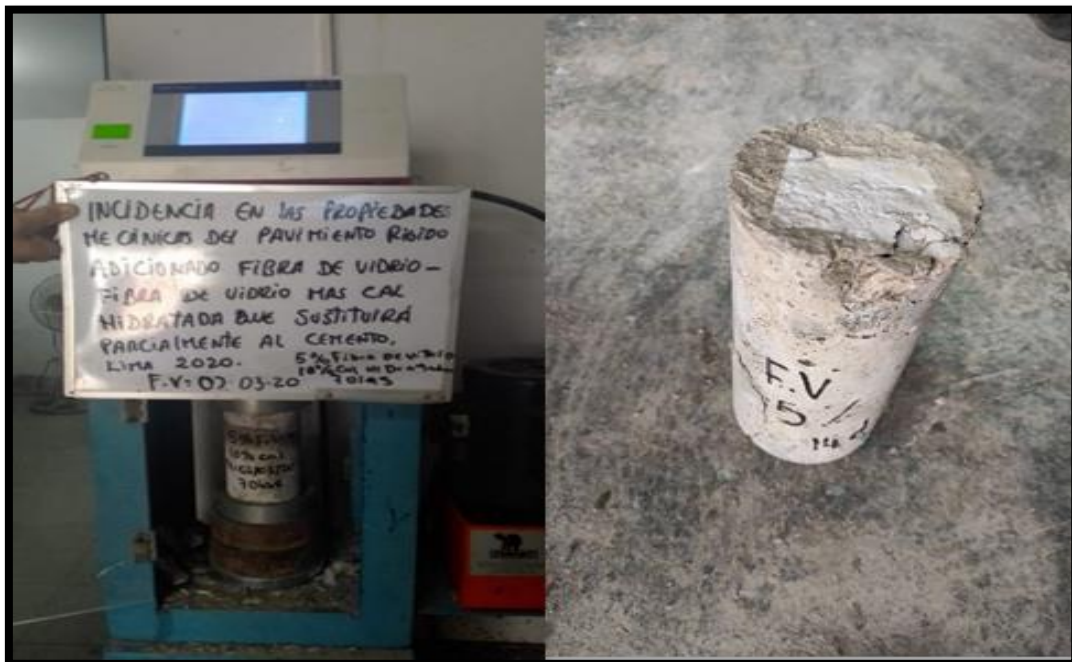


Figura 80. Rotura de las probetas con la adición del 5% de fibra de vidrio más 10% de cal hidratada el cual sustituye parcial mente al cemento en las edades de 7 y 14 días.

Fuente: elaboración Propia.





*Figura 81.* Rotura de las probetas de las muestras patrón y con la adición del 5% de fibra de vidrio más 10% de cal hidratada el cual sustituye parcialmente el cemento en la edad de 28 días.

Fuente: elaboración Propia.

# Anexo 9: Certificado de Resultados de Ensayos de Laboratorio



Tel.: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

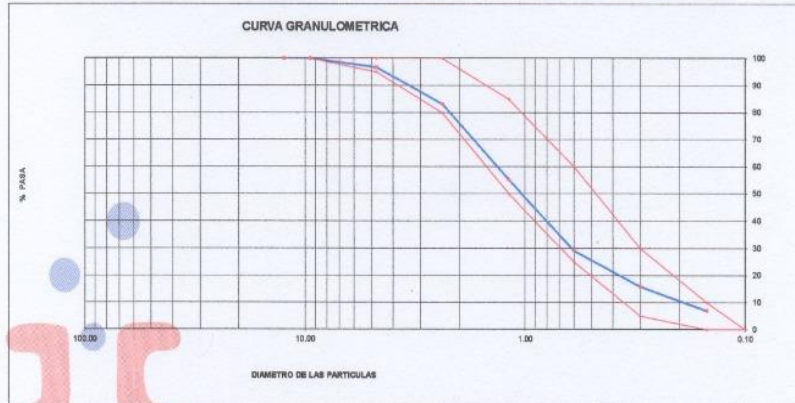
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2020

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
 ASTM C136

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: OSCORIO UTRILLA OMAR ERICK
<b>TESIS</b>	: INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRÁ PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020.
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 19/02/2020</span>

<b>MATERIAL</b>	: AGREGADO FINO	<b>CANTERA:</b> CHRISTOFER, EL CAMION
<b>PESO INICIAL HUMEDO (g)</b>	459.1	<b>% W =</b> 1.3
<b>PESO INICIAL SECO (g)</b>	453.0	<b>MF =</b> 3.13

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	ASTM C 33
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.0	0.0	100.0	100
Nº4	4.75	15.1	3.3	3.3	96.7	95 - 100
Nº8	2.36	51.0	13.5	16.6	83.2	80 - 100
Nº16	1.18	126.3	27.9	44.7	55.3	50 - 85
Nº30	0.60	118.2	26.1	70.6	29.2	25 - 60
Nº60	0.30	80.1	13.3	84.1	15.9	05 - 30
Nº100	0.15	40.3	8.8	93.0	7.0	0 - 10
FONDO		32.0	7.1	100.1	-0.1	0 - 0



**OBSERVACIONES:**  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>	Código	FOR-LTC-AG-002
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO</b>	Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/08/2020

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C136

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>	: OSCORIO UTRILLA OMAR ERICK		
<b>TESIS</b>	: INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO IMAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUYA PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020.		
<b>UBICACION</b>	: LIMA	Fecha de ensayo: 19/02/2020	
<b>MATERIAL</b>	: AGREGADO GRUESO	<b>CANTERA:</b>	CHRISTOFER, EL CAMION
<b>PESO INICIAL HUMEDO (g)</b>	1,788.00	<b>% W =</b>	0.5
<b>PESO INICIAL SECO (g)</b>	1,759.00	<b>MF =</b>	7.39

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUBO # 5
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
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	80 - 100
3/4"	19.05	869.0	49.4	49.4	50.6	20 - 55
1/2"	12.50	566.0	32.2	81.6	18.4	0 - 10
3/8"	9.53	156.0	8.9	90.5	9.5	0 - 5
Nº 4	4.75	156.0	8.9	99.4	0.6	
Nº 8	2.38	12.0	0.7	100.1	-0.1	
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		0.0	0.0			



**OBSERVACIONES:**  
• Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 <b>JJ GEOTECNIA S A C</b> ELMER BENIGNO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. OFIC. 21000	 <b>JJ GEOTECNIA S A C</b> CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN</b>	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2020

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
ASTM C128

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTE</b>	: OSORIO UTRILLA OMAR ERICK	
<b>TESIS</b>	: INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRA PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020.	
<b>UBICACION</b>	: LIMA	Fecha de ensayo: 19/02/2020

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : CHRISTOFER , EL CAMION



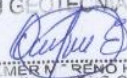

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	g	984	983.7	983.9
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	g	671.3	671.8	671.6
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	312.7	311.9	312.3
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	g/bc	695.4	695.8	695.60
5	Peso del Balon	g/bc	171.3	171.7	171.50
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/bc	494.1	494.1	494.10
7	Volumen del Balon (V = 500)	%	498.2	497.5	497.9

RESULTADOS

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/bc	2.86	2.66	2.66
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/bc	2.70	2.69	2.69
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/(V-W)(500-A))	g/bc	2.75	2.75	2.75
PORCENTAJE DE ABSORCION (A) [(500-A)/A]*100	%	1.2	1.2	1.2

OBSERVACIONES:

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> <b>FUMERIN RENO HUAMAN</b> <small>INGENIERO CIVIL REG. PROF. N° 240907</small>	 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> <b>CONTROL DE CALIDAD</b>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS</b>	Código	FOR-LAB-MS-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2020

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM C127

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTE</b>	: OSORIO UTRILLA OMAR ERICK	
<b>TESIS</b>	: INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRA PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020.	
<b>UBICACION</b>	: LIMA	<b>Fecha de ensayo:</b> 19/02/2020


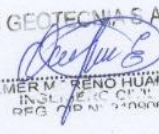

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO

**CANTERA** : CHRISTOFER , EL CAMION

MUESTRA Nº			M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	A	g	1581.0	1562.0	1571.5
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca	B	g	2566.0	2533.0	2549.5
3	Peso muestra Seco	C	g	2547.0	2515.0	2531.0
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A		g/cc	2.61	2.61	2.61
5	Peso específico de masa = C/B-A		g/cc	2.59	2.59	2.59
6	Peso específico aparente = C/C-A		g/cc	2.64	2.64	2.64
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100		%	0.7	0.7	0.7

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA SAC  ELMER M. RENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. Nº 123456 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: JJ GEOTECNIA SAC  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	---	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO	Código	FOR-LAB-AG-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2020

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
ASTM C29

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: OSORIO UTRILLA OMAR ERICK
<b>TESIS</b>	: INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRA PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020.
<b>UBICACION</b>	: LIMA <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 18/02/2020</span>

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : CHRISTOFER, EL CAMION

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

1	Peso de la Muestra + Molde	g	5655	5641	5669
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4295	4278	4306
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.555	1.550	1.550

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.555
-------------------------------	------	-------

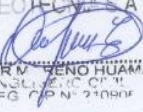
MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	7374	7351	7354
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	5011	4988	4991
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.815	1.807	1.808

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.810
-----------------------------------	------	-------

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	  ELMER M. TENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 21090F	  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO UNITARIO (F, G o G1b)	PESO	Código	FOR-LTC-AG-018
			Revisión	1
			Aprobado	CC-JJ
			Fecha	1/06/2020

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C29

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTE</b>	: OSORIO UTRILLA OMAR ERICK	
<b>TESIS</b>	: INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRA PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020.	
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA	Fecha de ensayo: 18/02/2020

MATERIAL : AGREGADO GRUESO CANTERA: CHRISTOFER , EL CAMION

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

1	Peso de la Muestra + Molde	g	30974	30958	30989
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	21174	21158	21189
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.518	1.517	1.517

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.517
-------------------------------	------	-------




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

1	Peso de la Muestra + Molde	g	32260	32264	32256
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	22460	22464	22456
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.610	1.612	1.610

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.611
-----------------------------------	------	-------

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA S A C  ELMER V. HENO HUAMAN INGENIERO EN SUELOS Y PAVIMENTOS REG. C.O.P. N° 240007 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S A C  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	---	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2020

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	OSORIO UTRILLA OMAR ERICK
<b>TESIS</b>	INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRAJADA QUE SUSTITUIRA PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020.
<b>UBICACION</b>	LIMA <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 23/02/2020</span>

MATERIAL	f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>					
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO	2.66	3.13	1.3	1.2	1555.0	1810.0
AGREGADO GRUESO	2.59	7.39	0.5	0.7	1517.0	1611.0

**MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA ...**

<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO		3-4	µg		
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		3/4"			
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.61			
4	AGUA		235			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.32			
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
	FACTOR CEMENTO	383.000		Kg/m <sup>3</sup>	8.0	Bla/m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto del cemento		0.1228	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Agua		0.2350	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Aire		0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>					0.378
	Volumen absoluto del Agregado fino		0.3048	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		0.622
	Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3172	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		1.000
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>					
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
	CEMENTO		383	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGUA		235	L/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO		811	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO		822	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>D) PESO DE MEZCLA</b>						
	<b>CORRECCION POR HUMEDAD</b>		2250	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO HUMEDO		821.3	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO		825.7	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
	AGREGADO FINO		-0.10	L/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO		0.20	L/m <sup>3</sup>		
	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>				235.8	L/m <sup>3</sup>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
	CEMENTO		383	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGUA		236	L/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO		821	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO		826	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>G) PESO DE MEZCLA</b>						
<b>CANTIDAD DE MATERIALES (42 IL.)</b>						
	CEMENTO		16.99	Kg		
	AGUA		9.90	Lts		
	AGREGADO FINO		34.49	Kg		
	AGREGADO GRUESO		34.68	Kg		
<b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>			<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>			
C	1.0		C	1.0		
A.F	2.14		A.F	2.07		
A.G	2.16		A.G	2.13		
H2o	26.98 Kg.		H2o	26.98 LT.		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	OSORIO UTRILLA OMAR ERICK
<b>TESIS</b>	INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRA PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020.
<b>UBICACION</b>	LIMA
	Fecha de ensayo: 23/02/2020

MATERIAL	f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>		HUM. NATURAL %	ASSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA				
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO	2.65	3.13	1.3	1.2	1555.0	1810.0
AGREGADO GRUESO	2.59	7.39	0.5	0.7	1517.0	1611.0
FIBRA DE VIDRIO	2.53					
CAL	2.30					

**MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA ...**

<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO		2.5		ulg	
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		3/4"			
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.61			
4	AGUA		235			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.32			
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
	<b>FACTOR CEMENTO</b>	383.000		Kg/m <sup>3</sup>	8.0	Ble/m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto del cemento		0.1226	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Agua		0.2350	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Aire		0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>					0.378
	Volumen absoluto del Agregado fino		0.3048	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3172	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>					1.000
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
	CEMENTO		379	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGUA		235	L/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO		811	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO		822	Kg/m <sup>3</sup>		
	FIBRA DE VIDRIO 1%		3.830	Kg/m <sup>3</sup>		
	CAL 1%		3.830	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>D) PESO DE MEZCLA</b>						
	<b>CORRECCION POR HUMEDAD</b>		2254	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO HUMEDO		821.3	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO		825.7	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
	AGREGADO FINO		%	L/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO		-0.10	-0.8		
			0.20	1.6		
	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>			235.8	L/m <sup>3</sup>	
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
	CEMENTO		379	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGUA		236	L/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO		821	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO		826	Kg/m <sup>3</sup>		
	FIBRA DE VIDRIO 1%		3.830	Kg/m <sup>3</sup>		
	CAL 1%		3.830	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>G) PESO DE MEZCLA</b>						
<b>CANTIDAD DE MATERIALES (42 lt.)</b>						
	CEMENTO		15.93	Kg		
	AGUA		9.90	Lts		
	AGREGADO FINO		34.49	Kg		
	AGREGADO GRUESO		34.68	Kg		
	FIBRA DE VIDRIO 1%		160.9	g		
	CAL 1%		160.9	g		
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>			<b>PORPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>			
C	1.0		C	1.0		
A.F	2.17		A.F	2.09		
A.G	2.18		A.G	2.15		
H2o	26.98 Kg.		H2o	26.98 LT.		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
	<b>JJ GEOTECNIA SAC</b> <small>ELMER V. RENO TUAMAN</small> <small>REG. CIP N° 21096</small>	<b>JJ GEOTECNIA SAC</b> <small>CONTROL DE CALIDAD</small>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	OSORIO UTRILLA OMAR ERICK
<b>TESIS</b>	INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRA PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020.
<b>UBICACION</b>	LIMA
	Fecha de ensayo: 23/02/2020

MATERIAL	f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>		MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
	PESO ESPECIFICO g/cc						
CEMENTO SOL. TIPO I	3.12						
AGREGADO FINO	2.66	3.13	1.3	1.2	1555.0	1610.0	
AGREGADO GRUESO	2.59	7.39	0.5	0.7	1517.0	1611.0	
FIBRA DE VIDRIO	2.53						
CAL	2.30						

**MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA ...**

<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>					
1	ASENTAMIENTO		2	µg	
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.61		
4	AGUA		235		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.32		
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>					
	FACTOR CEMENTO	383.000	Kg/m <sup>3</sup>	9.0	Bta/m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto del cemento		0.1226	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Agua		0.2350	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Aire		0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>				
	Volumen absoluto del Agregado fino		0.3046	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.378
	Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3172	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.622
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>				1.000
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>					
	CEMENTO		364	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA		235	Litr <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO		811	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO		822	Kg/m <sup>3</sup>	
	FIBRA DE VIDRIO 3%		11.490	Kg/m <sup>3</sup>	
	CAL 5%		19.150	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>D) PESO DE MEZCLA</b>			2262	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>E) CORRECCION POR HUMEDAD</b>					
	AGREGADO FINO HUMEDO		821.3	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO		825.7	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>F) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>					
	AGREGADO FINO		-0.10	Litr <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	-0.2
	AGREGADO GRUESO		0.20	Litr <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.6
	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>				235.8
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>					
	CEMENTO		364	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA		235	Litr <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO		821	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO		826	Kg/m <sup>3</sup>	
	FIBRA DE VIDRIO 3%		11.490	Kg/m <sup>3</sup>	
	CAL 5%		19.150	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>H) PESO DE MEZCLA</b>			2266	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>I) CANTIDAD DE MATERIALES (42 Lt.)</b>					
	CEMENTO		15.28	Kg	
	AGUA		9.90	Lts	
	AGREGADO FINO		34.49	Kg	
	AGREGADO GRUESO		34.68	Kg	
	FIBRA DE VIDRIO 3%		482.6	g	
	CAL 5%		604.3	g	
<b>J) PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>					
C	1.0				
A.F	2.26				
A.G	2.27				
H2o	26.98 Kg				
<b>K) PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>					
C	1.0				
A.F	2.18				
A.G	2.24				
H2o	26.98 LT.				

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
		



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>	: OSORIO UTRILLA OMAR ERICK		
<b>TESIS</b>	: INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRA PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020.		
<b>UBICACION</b>	: LIMA	<b>Fecha de ensayo:</b>	22/02/2020

Fc 210 kg/cm <sup>2</sup>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO	2.66	3.13	1.3	1.2	1555.0	1810.0
AGREGADO GRUESO	2.59	7.39	0.5	0.7	1517.0	1811.0
FIBRA DE VIDRIO	2.53					
CAL	2.30					

**MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA ...**

<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO			1.5	ulg	
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.61		
4	AGUA			235		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.32		
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
<b>FACTOR CEMENTO</b>		383.000		Kg/m <sup>3</sup>	9.0	Ble/m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del cemento				0.1228	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Agua				0.2350	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.378
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						
Volumen absoluto del Agregado fino				0.3048	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3172	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						1.000
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
CEMENTO				345	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				235	Lts/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				811	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				822	Kg/m <sup>3</sup>	
FIBRA DE VIDRIO 5%				19.150	Kg/m <sup>3</sup>	
CAL 10%				38.300	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>D) PESO DE MEZCLA</b>						
<b>CORRECCION POR HUMEDAD</b>				2289	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO HUMEDO				821.3	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				825.7	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
AGREGADO FINO				-0.10	Lts/m <sup>3</sup>	-0.8
AGREGADO GRUESO				0.20	Lts/m <sup>3</sup>	1.6
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>						0.8
						235.8
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
CEMENTO				345	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				236	Lts/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				821	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				826	Kg/m <sup>3</sup>	
FIBRA DE VIDRIO 5%				19.150	Kg/m <sup>3</sup>	
CAL 10%				38.300	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>G) PESO DE MEZCLA</b>						
<b>CANTIDAD DE MATERIALES (42 lt.)</b>				2247	Kg/m <sup>3</sup>	
CEMENTO				14.48	Kg	
AGUA				9.90	Lts	
AGREGADO FINO				34.49	Kg	
AGREGADO GRUESO				34.68	Kg	
FIBRA DE VIDRIO 5%				804.3	g	
CAL 10%				1608.6	g	
<b>PORPORCIÓN EN PESO - p3 (húmedo)</b>				<b>PORPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>		
C	1.0			C	1.0	
A.F	2.38			A.F	2.30	
A.G	2.40			A.G	2.37	
H2o	26.98 Kg			H2o	26.98 LT.	

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
		

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2018

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	Datos de laboratorio	<b>Fecha de ensayo:</b>	22/02/2020
<b>SOLICITANTE</b>	OSORIO UTRILLA OMAR ERICK		
<b>TESIS</b>	INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRA PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020.		
<b>UBICACION</b>	LIMA		

MATERIAL	Fc 210 kg/cm <sup>2</sup>					
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO	2.65	3.13	1.3	1.2	1555.0	1810.0
AGREGADO GRUESO	2.59	7.39	0.5	0.7	1517.0	1811.0
FIBRA DE VIDRIO	2.53					

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA ...						
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO		4	µg		
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		3/4"			
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.61			
4	AGUA		235			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.32			
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
	FACTOR CEMENTO	383.000	Kg/m <sup>3</sup>	9.0		Ble/m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto del cemento		0.1228	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Agua		0.2350	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Aire		0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>					0.378
	Volumen absoluto del Agregado fino		0.3048	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		0.622
	Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3172	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>					1.000
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
	CEMENTO		383	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGUA		235	L/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO		811	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO		822	Kg/m <sup>3</sup>		
	FIBRA DE VIDRIO 1%		3.830	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>D) PESO DE MEZCLA</b>						
	<b>CORRECCION POR HUMEDAD</b>		2254	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO HUMEDO		821.3	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO		825.7	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
	AGREGADO FINO		%	L/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO		-0.10			
			0.20			
	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>			0.8		
				235.8	L/m <sup>3</sup>	
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
	CEMENTO		383	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGUA		236	L/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO		821	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO		826	Kg/m <sup>3</sup>		
	FIBRA DE VIDRIO 1%		3.830	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>G) PESO DE MEZCLA</b>						
<b>CANTIDAD DE MATERIALES (42 lt.)</b>						
	CEMENTO		16.09	Kg		
	AGUA		9.90	Lts		
	AGREGADO FINO		34.49	Kg		
	AGREGADO GRUESO		34.68	Kg		
	FIBRA DE VIDRIO 1%		160.9	g		
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>						
	C	1.0				
	A.F	2.14				
	A.G	2.16				
	H2o	28.98 Kg.				
<b>PORPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>						
	C	1.0				
	A.F	2.07				
	A.G	2.13				
	H2o	26.98 LT.				

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2018



**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	OSORIO UTRILLA OMAR ERICK
<b>TESIS</b>	INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRA PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020.
<b>UBICACION</b>	LIMA
	Fecha de ensayo: 22/02/2020

MATERIAL	f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>					
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO	2.06	3.13	1.3	1.2	1555.0	1810.0
AGREGADO GRUESO	2.59	7.39	0.5	0.7	1517.0	1611.0
FIBRA DE VIDRIO	2.53					

**MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA ...**

<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO		3.5		µg	
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		3/4"			
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.61			
4	AGUA		235			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.32			
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
	<b>FACTOR CEMENTO</b>		383.000	Kg/m <sup>3</sup>	8.0	Ble/m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto del cemento		0.1228	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Agua		0.2350	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Aire		0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		0.378
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>					
	Volumen absoluto del Agregado fino		0.3048	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		0.622
	Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3172	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>					1.000
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
	CEMENTO		383	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGUA		235	Litros		
	AGREGADO FINO		811	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO		822	Kg/m <sup>3</sup>		
	FIBRA DE VIDRIO 3%		11.490	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>D) PESO DE MEZCLA</b>						
	<b>CORRECCION POR HUMEDAD</b>		2282	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO HUMEDO		821.3	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO		826.7	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
	AGREGADO FINO		-0.10	Litros/m <sup>3</sup>	-0.8	
	AGREGADO GRUESO		0.20	Litros/m <sup>3</sup>	1.6	
	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>				235.8	Litros/m <sup>3</sup>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
	CEMENTO		383	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGUA		236	Litros/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO		821	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO		826	Kg/m <sup>3</sup>		
	FIBRA DE VIDRIO 3%		11.490	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>G) PESO DE MEZCLA</b>						
	<b>CANTIDAD DE MATERIALES (42 lt.)</b>		2277	Kg/m <sup>3</sup>		
	CEMENTO		16.09	Kg		
	AGUA		9.90	Litros		
	AGREGADO FINO		34.49	Kg		
	AGREGADO GRUESO		34.88	Kg		
	FIBRA DE VIDRIO 3%		482.6	g		
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>			<b>PORPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>			
C	1.0		C	1.0		
A.F	2.14		A.F	2.07		
A.G	2.16		A.G	2.13		
H2o	26.96 Kg.		H2o	26.98 LT.		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2018




**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	Datos de laboratorio	<b>Fecha de ensayo:</b>	22/02/2020
<b>SOLICITANTE</b>	OSORIO UTRILLA OMAR ERICK		
<b>TESIS</b>	INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRA PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020.		
<b>UBICACION</b>	LIMA		

MATERIAL	Fc 210 kg/cm <sup>2</sup>		HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA				
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO	2.66	3.13	1.3	1.2	1555.0	1810.0
AGREGADO GRUESO	2.59	7.39	0.5	0.7	1517.0	1811.0
FIBRA DE VIDRIO	2.53					

**MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA ...**

<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO			3	plg	
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.61		
4	AGUA			235		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.32		
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
	<b>FACTOR CEMENTO</b>		383.000	Kg/m <sup>3</sup>	9.0	Bla/m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto del cemento			0.1228	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Agua			0.2350	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>					0.378
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.3046	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3172	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>					1.000
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
	CEMENTO			383	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA			236	L/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO			811	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO			822	Kg/m <sup>3</sup>	
	FIBRA DE VIDRIO 5%			19.150	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2289	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>D) CORRECCION POR HUMEDAD</b>						
	AGREGADO FINO HUMEDO			821.3	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			825.7	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
	AGREGADO FINO			-0.10	L/m <sup>3</sup>	-0.3
	AGREGADO GRUESO			0.20	L/m <sup>3</sup>	0.8
	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>					235.8
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
	CEMENTO			383	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA			236	L/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO			821	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO			826	Kg/m <sup>3</sup>	
	FIBRA DE VIDRIO 5%			19.150	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>G) PESO DE MEZCLA</b>				2285	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>CANTIDAD DE MATERIALES (42 lt.)</b>						
	CEMENTO			16.09	Kg	
	AGUA			9.90	Lts	
	AGREGADO FINO			34.49	Kg	
	AGREGADO GRUESO			34.68	Kg	
	FIBRA DE VIDRIO 5%			804.3	g	
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>						
C	1.0					
A.F	2.14					
A.G	2.16					
H2o	26.98 Kg					
<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>						
C	1.0					
A.F	2.07					
A.G	2.13					
H2o	26.98 LT.					

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTC GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-008
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2018

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión:	13/04/2021
SOLICITANTE	: OSORIO UTRILLA OMAR ERICK		
TESIS	: INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRÁ PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020.		
UBICACIÓN	: LIMA		


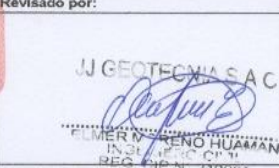
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA em <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
PATRÓN	6/04/2021	13/04/2021	7	15685.0	78.5	199.7	210.0	95.1
PATRÓN	6/04/2021	13/04/2021	7	15258.0	78.5	194.4	210.0	92.6
PATRÓN	6/04/2021	13/04/2021	7	15258.0	78.5	194.3	210.0	92.5
1% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	13/04/2021	7	14363.9	78.5	182.9	210.0	87.1
1% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	13/04/2021	7	13958.0	78.5	177.7	210.0	84.6
1% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	13/04/2021	7	14258.0	78.5	181.5	210.0	86.4
3% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	13/04/2021	7	13808.0	78.5	175.8	210.0	83.7
3% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	13/04/2021	7	13125.0	78.5	167.1	210.0	79.6
3% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	13/04/2021	7	13658.0	78.5	173.9	210.0	82.8
5% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	13/04/2021	7	10512.1	78.5	133.8	210.0	63.7
5% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	13/04/2021	7	10251.0	78.5	130.5	210.0	62.2
5% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	13/04/2021	7	10005.0	78.5	127.4	210.0	60.7

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referente
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>ELMER R. RENO HUAMAN</b> INGENIERO CIVIL REG. Nº 101706	 <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FDR-LAB-CO-008
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/08/2018

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: OSORIO UTRILLA OMAR ERICK
TESIS	: INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRÁ PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020.
UBICACIÓN	: LIMA

Fecha de emisión: 20/04/2021




IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
PATRÓN	6/04/2021	20/04/2021	14	15766.6	78.5	201.1	210.0	95.8
PATRÓN	6/04/2021	20/04/2021	14	15815.6	78.5	202.6	210.0	96.5
PATRÓN	6/04/2021	20/04/2021	14	15762.7	78.5	200.7	210.0	95.6
1% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	20/04/2021	14	15868.9	78.5	202.3	210.0	96.3
1% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	20/04/2021	14	15825.2	78.5	201.5	210.0	95.9
1% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	20/04/2021	14	15868.9	78.5	202.6	210.0	96.9
3% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	20/04/2021	14	16366.8	78.5	204.8	210.0	97.5
3% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	20/04/2021	14	15967.4	78.5	203.6	210.0	96.9
3% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	20/04/2021	14	15967.5	78.5	203.7	210.0	97.0
5% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	20/04/2021	14	14187.5	78.5	180.6	210.0	86.0
5% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	20/04/2021	14	15369.2	78.5	195.9	210.0	93.3
5% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	20/04/2021	14	14325.4	78.5	182.4	210.0	86.9

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referente
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-008
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/08/2018

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión:	04/05/2021
SOLICITANTE	: OSORIO UTRILLA OMAR ERICK		
TESIS	: INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRÁ PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020		
UBICACIÓN	: LIMA		


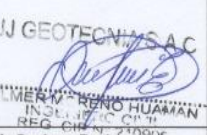

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
PATRÓN	6/04/2021	4/05/2021	28	17182.8	78.5	218.8	210.0	104.2
PATRÓN	6/04/2021	4/05/2021	28	17352.1	78.5	220.9	210.0	105.2
PATRÓN	6/04/2021	4/05/2021	28	17125.0	78.5	218.0	210.0	103.8
1% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	4/05/2021	28	17468.5	78.5	222.4	210.0	105.9
1% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	4/05/2021	28	17725.2	78.5	225.7	210.0	107.5
1% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	4/05/2021	28	17855.6	78.5	225.3	210.0	107.3
3% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	4/05/2021	28	17875.7	78.5	227.6	210.0	108.4
3% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	4/05/2021	28	17860.2	78.5	227.8	210.0	108.5
3% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	4/05/2021	28	17758.8	78.5	226.6	210.0	107.9
5% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	4/05/2021	28	15683.2	78.5	199.7	210.0	95.1
5% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	4/05/2021	28	15782.5	78.5	200.9	210.0	95.7
5% FIBRA DE VIDRIO	6/04/2021	4/05/2021	28	15699.9	78.5	199.9	210.0	95.2

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referente
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b> LABORATORIO DE MATERIALES	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b> ELMER M. HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CH. N. 27009	 <b>Control de Calidad - JJ GEOTECNIA</b>





Tel.: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jigeotecniasac.com

www.jigeotecniasac.com

<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	<b>FORMATO</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-124</b>
		<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

**TESIS** : INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRÁ PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020  
**SOLICITANTE** : OSORIO UTRILLA OMAR ERICK  
**CÓDIGO DE PROYECTO** : ---  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : LIMA  
**FECHA DE EMISIÓN** : 06/07/2020  
**REALIZADO POR** : P. Tasyco  
**REVISADO POR** : D. Cooto  
**FECHA DE ENSAYO** : 5/03/2020  
**TURNO** : Diurno  
**Tipo de muestra** : Concreto endurecido  
**Presentación** : Especímenes prismáticos  
**Po de diseño** : 210 kg/cm2

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	33 kg/cm2
PATRÓN	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	33 kg/cm2
PATRÓN	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	31 kg/cm2
1% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	34 kg/cm2
1% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	35 kg/cm2
1% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	34 kg/cm2
3% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	42 kg/cm2
3% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	43 kg/cm2
3% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	43 kg/cm2
5% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	38 kg/cm2
5% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	33 kg/cm2
5% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	33 kg/cm2

**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestras Proporcionadas por el solicitante  
 \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.  
 \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
 	 <b>JJ GEOTECNIA SAC</b> <b>ELMER M. RENO HUAMAN</b> <small>ING. CIVIL C.P. 11        REG. C.P. N° 210906</small>	 <b>JJ GEOTECNIA SAC</b> <small>CONTROL DE CALIDAD</small> <b>CONTROL DE CALIDAD MTL GEOTECNIA</b>
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

<b>FORMATO</b>  <b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Código	AE-FO-124
	Versión	01
	Fecha	30-04-2018
	Página	1 de 1

<b>TESIS</b> : INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRÁ PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020. <b>SOLICITANTE</b> : OSORIO UTRILLA OMAR ERICK <b>CÓDIGO DE PROYECTO</b> : --- <b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b> : LIMA <b>FECHA DE EMISIÓN</b> : 06/07/2020	<b>REALIZADO POR</b> : P. Tasyco <b>REVISADO POR</b> : D. Ccoto <b>FECHA DE ENSAYO</b> : 12/03/2020 <b>TURNOS</b> : Diurno
<b>Tipo de muestra</b> : Concreto endurecido <b>Presentación</b> : Especímenes prismáticos <b>Fc de diseño</b> : 210 kg/cm <sup>2</sup>	

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	37 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	37 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	37 kg/cm <sup>2</sup>
1% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	38 kg/cm <sup>2</sup>
1% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	37 kg/cm <sup>2</sup>
1% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	37 kg/cm <sup>2</sup>
3% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	49 kg/cm <sup>2</sup>
3% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	51 kg/cm <sup>2</sup>
3% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	51 kg/cm <sup>2</sup>
5% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	39 kg/cm <sup>2</sup>
5% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	37 kg/cm <sup>2</sup>
5% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	38 kg/cm <sup>2</sup>

- OBSERVACIONES:**
- \* Muestras Proporcionadas por el solicitante
  - \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
  - \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b>  <b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Revisado por:</b>  <b>INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b> <b>REG. CIP N° 21099E</b>	<b>Aprobado por:</b>  <b>CONTROL DE CALIDAD</b> <b>MTL GEOTECNIA</b>
--	---	--



FORMATO	Código	AE-FO-124
<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Versión	01
	Fecha	30-04-2018
	Página	1 de 1

TESIS : INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRÁ PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020.

SOLICITANTE : OSORIO UTRILLA OMAR ERICK

CÓDIGO DE PROYECTO : ---

UBICACIÓN DE PROYECTO : LIMA

FECHA DE EMISIÓN : 06/07/2020

REALIZADO POR : P. Tasayco

REVISADO POR : D. Cooto

FECHA DE ENSAYO : 28/03/2020

TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido

Presentación : Especímenes prismáticos


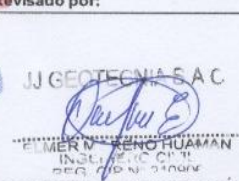
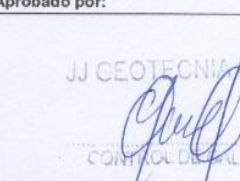
F/c de diseño : 210 kg/cm<sup>2</sup>

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	39 kg/cm <sup>2</sup>
1% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
1% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	39 kg/cm <sup>2</sup>
1% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	39 kg/cm <sup>2</sup>
3% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	46 kg/cm <sup>2</sup>
3% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	54 kg/cm <sup>2</sup>
3% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	55 kg/cm <sup>2</sup>
5% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	39 kg/cm <sup>2</sup>
5% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	38 kg/cm <sup>2</sup>
5% FIBRA DE VIDRIO	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	39 kg/cm <sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

- Muestras Proporcionadas por el solicitante
- Las muestras cumplieron con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/08/2018

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: OSORIO UTRILLA CIMAR ERICK
TESIS	: INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRÁ PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020
UBICACIÓN	: LIMA
	Fecha de emisión: 05/03/2020


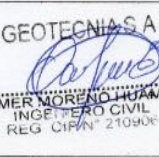

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
PATRÓN	27/02/2020	5/03/2020	7	15695.0	78.5	199.7	210.0	95.1
PATRÓN	27/02/2020	5/03/2020	7	15288.0	78.5	194.4	210.0	92.6
PATRÓN	27/02/2020	5/03/2020	7	15258.0	78.5	194.3	210.0	92.5
1% FIBRA DE VIDRIO 1% CAL HIDRATADA	27/02/2020	5/03/2020	7	12658.0	78.5	161.2	210.0	76.7
1% FIBRA DE VIDRIO 1% CAL HIDRATADA	27/02/2020	5/03/2020	7	12685.0	78.5	161.5	210.0	76.9
1% FIBRA DE VIDRIO 1% CAL HIDRATADA	27/02/2020	5/03/2020	7	12045.0	78.5	153.4	210.0	73.0
5% FIBRA DE VIDRIO 3% CAL HIDRATADA	27/02/2020	5/03/2020	7	12056.0	78.5	153.5	210.0	73.1
5% FIBRA DE VIDRIO 3% CAL HIDRATADA	27/02/2020	5/03/2020	7	11256.5	78.5	143.3	210.0	68.2
5% FIBRA DE VIDRIO 3% CAL HIDRATADA	27/02/2020	5/03/2020	7	11988.4	78.5	152.6	210.0	72.7
10% FIBRA DE VIDRIO 5% CAL HIDRATADA	27/02/2020	5/03/2020	7	10256.2	78.5	130.6	210.0	62.2
10% FIBRA DE VIDRIO 5% CAL HIDRATADA	27/02/2020	5/03/2020	7	10145.1	78.5	129.2	210.0	61.5
10% FIBRA DE VIDRIO 5% CAL HIDRATADA	27/02/2020	5/03/2020	7	11658.6	78.5	148.4	210.0	70.7

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referentante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2018

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: OSORIO UTRILLA OMAR ERICK
TESIS	: INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRÁ PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020
UBICACIÓN	: LIMA
	Fecha de emisión: 12/03/2020


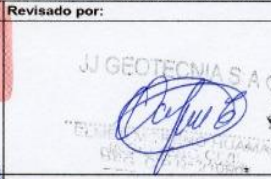

IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VACADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
PATRÓN	27/02/2020	12/03/2020	14	15796.6	78.5	201.1	210.0	95.8
PATRÓN	27/02/2020	12/03/2020	14	15915.6	78.5	202.6	210.0	96.5
PATRÓN	27/02/2020	12/03/2020	14	15762.7	78.5	200.7	210.0	95.6
1% FIBRA DE VIDRIO 1% CAL HIDRATADA	27/02/2020	12/03/2020	14	13685.0	78.5	174.2	210.0	83.0
1% FIBRA DE VIDRIO 1% CAL HIDRATADA	27/02/2020	12/03/2020	14	13865.0	78.5	176.5	210.0	84.1
1% FIBRA DE VIDRIO 1% CAL HIDRATADA	27/02/2020	12/03/2020	14	13985.0	78.5	178.1	210.0	84.8
5% FIBRA DE VIDRIO 3% CAL HIDRATADA	27/02/2020	12/03/2020	14	12888.0	78.5	165.4	210.0	78.7
5% FIBRA DE VIDRIO 3% CAL HIDRATADA	27/02/2020	12/03/2020	14	12887.0	78.5	164.1	210.0	78.1
5% FIBRA DE VIDRIO 3% CAL HIDRATADA	27/02/2020	12/03/2020	14	13254.0	78.5	168.8	210.0	80.4
10% FIBRA DE VIDRIO 5% CAL HIDRATADA	27/02/2020	12/03/2020	14	11895.0	78.5	151.5	210.0	72.1
10% FIBRA DE VIDRIO 5% CAL HIDRATADA	27/02/2020	12/03/2020	14	12285.0	78.5	156.2	210.0	74.4
10% FIBRA DE VIDRIO 5% CAL HIDRATADA	27/02/2020	12/03/2020	14	11998.0	78.5	152.8	210.0	72.7

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas.
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referentante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-008
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2018

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 338.034-11

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: OSORIO UTRILLA OMAR ERICK
<b>TESIS</b>	: INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITURÁ PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA <span style="float: right;">Fecha de emisión: 26/03/2020</span>


IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	Fc Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
PATRÓN	27/02/2020	26/03/2020	28	17866.2	78.5	227.5	210.0	108.3
PATRÓN	27/02/2020	26/03/2020	28	16986.0	78.5	215.3	210.0	103.0
PATRÓN	27/02/2020	26/03/2020	28	16897.2	78.5	215.1	210.0	102.4
1% FIBRA DE VIDRIO 1% CAL HIDRATADA	27/02/2020	26/03/2020	28	15265.3	78.5	194.4	210.0	92.6
1% FIBRA DE VIDRIO 1% CAL HIDRATADA	27/02/2020	26/03/2020	28	15895.4	78.5	202.4	210.0	96.4
1% FIBRA DE VIDRIO 1% CAL HIDRATADA	27/02/2020	26/03/2020	28	14989.2	78.5	190.8	210.0	90.9
5% FIBRA DE VIDRIO 3% CAL HIDRATADA	27/02/2020	26/03/2020	28	14256.7	78.5	181.5	210.0	86.4
5% FIBRA DE VIDRIO 3% CAL HIDRATADA	27/02/2020	26/03/2020	28	14255.5	78.5	181.5	210.0	86.4
5% FIBRA DE VIDRIO 3% CAL HIDRATADA	27/02/2020	26/03/2020	28	13998.0	78.5	178.2	210.0	84.9
10% FIBRA DE VIDRIO 5% CAL HIDRATADA	27/02/2020	26/03/2020	28	13025.0	78.5	165.8	210.0	79.0
10% FIBRA DE VIDRIO 5% CAL HIDRATADA	27/02/2020	26/03/2020	28	13189.0	78.5	167.9	210.0	80.0
10% FIBRA DE VIDRIO 5% CAL HIDRATADA	27/02/2020	26/03/2020	28	13258.0	78.5	168.9	210.0	80.4

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referente
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
		
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>


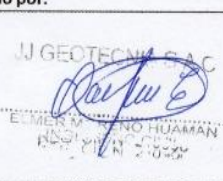
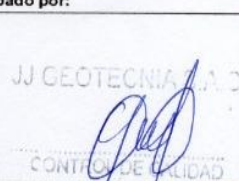
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-124
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

TESIS	: INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRÁ PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020		
SOLICITANTE	: OSORIO UTRILLA OMAR ERICK	REALIZADO POR :	P. Tasayco
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	D. Coto
UBICACIÓN DE PROYECTO	: LIMA	FECHA DE ENSAYO :	5/03/2020
FECHA DE EMISIÓN	: 06/07/2020	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes prismáticos		
F <sup>c</sup> de diseño	: 210 kg/cm <sup>2</sup>		

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	33 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	33 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	31 kg/cm <sup>2</sup>
1% FIBRA DE VIDRIO + 1% CAL HIDRATADA	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	33 kg/cm <sup>2</sup>
1% FIBRA DE VIDRIO + 1% CAL HIDRATADA	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	33 kg/cm <sup>2</sup>
1% FIBRA DE VIDRIO + 1% CAL HIDRATADA	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	33 kg/cm <sup>2</sup>
3% FIBRA DE VIDRIO + 5% CAL HIDRATADA	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	39 kg/cm <sup>2</sup>
3% FIBRA DE VIDRIO + 5% CAL HIDRATADA	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
3% FIBRA DE VIDRIO + 5% CAL HIDRATADA	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
5% FIBRA DE VIDRIO + 10% CAL HIDRATADA	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	36 kg/cm <sup>2</sup>
5% FIBRA DE VIDRIO + 10% CAL HIDRATADA	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	36 kg/cm <sup>2</sup>
5% FIBRA DE VIDRIO + 10% CAL HIDRATADA	27/02/2020	5/03/2020	7 días	2	45.0	37 kg/cm <sup>2</sup>

- OBSERVACIONES:**
- \* Muestras Proporcionaladas por el solicitante
  - \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
  - \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad/MTL GEOTECNIA





Tel.: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-124
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

TESIS : INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRÁ PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020.

SOLICITANTE : OSORIO UTRILLA OMAR ERICK

CÓDIGO DE PROYECTO : ---

UBICACIÓN DE PROYECTO : LIMA

FECHA DE EMISIÓN : 06/07/2020

REALIZADO POR : P. Tasayco

REVISADO POR : D. Cocol

FECHA DE ENSAYO : 12/03/2020

TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido

Presentación : Especímenes prismáticos

Fc de diseño : 210 kg/cm2

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	37 kg/cm2
PATRÓN	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	37 kg/cm2
PATRÓN	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	37 kg/cm2
1% FIBRA DE VIDRIO + 1% CAL HIDRATADA	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	39 kg/cm2
1% FIBRA DE VIDRIO + 1% CAL HIDRATADA	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	39 kg/cm2
1% FIBRA DE VIDRIO + 1% CAL HIDRATADA	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	40 kg/cm2
3% FIBRA DE VIDRIO + 5% CAL HIDRATADA	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	48 kg/cm2
3% FIBRA DE VIDRIO + 5% CAL HIDRATADA	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	48 kg/cm2
3% FIBRA DE VIDRIO + 5% CAL HIDRATADA	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	49 kg/cm2
5% FIBRA DE VIDRIO + 10% CAL HIDRATADA	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	38 kg/cm2
5% FIBRA DE VIDRIO + 10% CAL HIDRATADA	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	37 kg/cm2
5% FIBRA DE VIDRIO + 10% CAL HIDRATADA	27/02/2020	12/03/2020	14 días	2	45.0	38 kg/cm2

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras Proporcionadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER M. REAGHUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 240826	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-124
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Platina	1 de 1

TESIS : INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO - FIBRA DE VIDRIO MAS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRÁ PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020.

SOLICITANTE : OSORIO UTRILLA OMAR ERICK

CÓDIGO DE PROYECTO : ---

UBICACIÓN DE PROYECTO : LIMA

FECHA DE EMISIÓN : 06/07/2020

REALIZADO POR : P. Tasaeco

REVISADO POR : D. Coato

FECHA DE ENSAYO : 28/03/2020

TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido

Presentación : Especímenes prismáticos

Fc de diseño : 210 kg/cm<sup>2</sup>

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	39 kg/cm <sup>2</sup>
1% FIBRA DE VIDRIO + 1% CAL HIDRATADA	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	39 kg/cm <sup>2</sup>
1% FIBRA DE VIDRIO + 1% CAL HIDRATADA	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
1% FIBRA DE VIDRIO + 1% CAL HIDRATADA	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	42 kg/cm <sup>2</sup>
3% FIBRA DE VIDRIO + 5% CAL HIDRATADA	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	50 kg/cm <sup>2</sup>
3% FIBRA DE VIDRIO + 5% CAL HIDRATADA	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	48 kg/cm <sup>2</sup>
3% FIBRA DE VIDRIO + 5% CAL HIDRATADA	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	50 kg/cm <sup>2</sup>
5% FIBRA DE VIDRIO + 10% CAL HIDRATADA	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	39 kg/cm <sup>2</sup>
5% FIBRA DE VIDRIO + 10% CAL HIDRATADA	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	39 kg/cm <sup>2</sup>
5% FIBRA DE VIDRIO + 10% CAL HIDRATADA	27/02/2020	28/03/2020	28 días	2	45.0	39 kg/cm <sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

- Muestras Proporcionadas por el solicitante
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



## Anexo 10: Certificado de calidad y calibración

# Certificado



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

## **TEST & CONTROL S.A.C.**

### Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Calle Condesa de Lemós N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma

**NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019  
Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023

**ESTELA CONTRERAS JUGO**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cedula N° : 230-2019-INACAL/DA  
Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA  
Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

*El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web [www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados) al momento de hacer uso del presente certificado.*

*La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).*

DA-acr-01P-02M Ver. 02



## CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 07123 - 2021

PROFORMA : 2506A Fecha de emisión : 2021-05-05

SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : OHAUS  
Modelo : NO INDICA  
N° de Serie : NO INDICA  
Capacidad Máxima : 30000 g  
Resolución : 1 g  
División de Verificación : 1 g  
Clase de Exactitud : II  
Capacidad Mínima : 50 g  
Procedencia : CHINA  
N° de Parte : NO INDICA  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 8 °C  
Fecha de Calibración : 2021-04-26

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar

Gerente Técnico

CFP: 0316

Página : 1 de 3

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe

Certificado de Calibración  
TC - 07123 - 2021

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-178-2020 Agosto 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-133-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-134-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-135-2020 Julio 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,3 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	71 %	73 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	15 000	0,6	-0,1	1	30 000	30 000	0,3	0,2
2		15 000	0,4	0,1	2		30 000	0,3	0,2
3		15 000	0,5	0,0	3		30 000	0,2	0,3
4		15 000	0,4	0,1	4		30 000	0,1	0,4
5		15 000	0,6	-0,1	5		30 001	0,8	0,7
6		15 001	0,8	0,7	6		30 001	0,7	0,8
7		15 000	0,4	0,1	7		30 000	0,2	0,3
8		15 000	0,5	0,0	8		30 000	0,3	0,2
9		15 000	0,4	0,1	9		30 001	0,7	0,8
10		15 000	0,4	0,1	10		30 000	0,2	0,3
Emáx - Emín   (g)				0,8	Emáx - Emín   (g)				0,6
error máximo permitido (±g)				2,0	error máximo permitido (±g)				3,0





## CERTIFICADO DE CALIBRACION

**TC - 07121 - 2021**

PROFORMA : 2506A Fecha de emisión : 2021-05-07

**SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.**  
Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : SARTORIUS  
Modelo : LC22016  
N° de Serie : 50310007  
Capacidad Máxima : 2200 g  
Resolución : 0,01 g  
División de Verificación : 0,01 g  
Clase de Exactitud : I  
Capacidad Mínima : 1 g  
Procedencia : ALEMANIA  
N° de Parte : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 3 °C  
Fecha de Calibración : 2021-04-26

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de JJ GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOP.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04

Página : 1 de 3



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe

Certificado de Calibración  
TC - 07121 - 2021

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E2	LM-C-143-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-178-2020 Agosto 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,6 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	74 %	73 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 100,00	7	-2	1	2 200,000	2 199,99	2	-7
2		1 100,00	8	-3	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,99	2	-7	3		2 200,00	7	-2
4		1 100,00	7	-2	4		2 199,99	2	-7
5		1 100,00	8	-3	5		2 200,00	8	-3
6		1 100,00	9	-4	6		2 200,00	9	-4
7		1 100,00	8	-3	7		2 199,99	2	-7
8		1 099,99	3	-8	8		2 200,00	7	-2
9		1 100,00	8	-3	9		2 199,99	3	-8
10		1 099,99	2	-7	10		2 199,99	2	-7
Emáx - Emin   (mg)				6	Emáx - Emin   (mg)				7
error máximo permitido (±mg)				20	error máximo permitido (±mg)				30







**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**TC - 06446 - 2021**

Proforma : 2506A

Fecha de emisión : 2021-05-06

Página : 1 de 2

**SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.**

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martín De Porres

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MUFLA**  
 Marca : YF  
 Modelo : No indica  
 N° de Serie : 201251  
 Intervalo de indicación : 0 °C a 1300 °C  
 Resolución : 1 °C  
 Fecha de Calibración : 2021-04-26  
 Ubicación : LABORATORIO

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de JJ GEOTECNIA S.A.C.

**PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa usando un patrón de temperatura calibrado.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23,0 °C	22,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	67,0 %hr	67,0 %hr

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.  
 El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad. Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
**Gerente Técnico.**  
**CFP: 0316**

Certificado : TC - 06446 - 2021

Página : 2 de 2

**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Medio Isothermo Termohigrómetro 2 Termómetros digitales LO JUSTO S.A.C	Termómetro Digital -200 °C a 1 200 °C	TE-1075-2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO ( °C )	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA ( °C )	CORRECCIÓN ( °C )	INCERTIDUMBRE ( °C )
1000,0	1002,9	2,9	0,6

**Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección**

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

**FIN DEL DOCUMENTO**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC-1597-2020**

PROFORMA : 2543A Fecha de emisión : 2020 - 07 - 30 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.  
Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martín De Porres

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **PRENSA DE CONCRETO**  
 Marca : FORNEY  
 Marca del indicador : ELE Internacional  
 Modelo del indicador : ADR TOUCH  
 N° Serie del indicador : 1887-1-00074  
 Intervalo de indicación : 120000 kgf  
 Resolución : 0,1 kgf  
 Procedencia : United States  
 Código de Identificación : No Indica  
 Ubicación : Laboratorio  
 Fecha de Calibración : 2020 - 07 - 28

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

**METODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga".

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,5°C	20,5°C
HUMEDAD RELATIVA	62,0%	65,0%

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
C.F.P. N° 0316



Certificado : TC-1597-2020

Página : 2 de 2

**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión Clase de Exactitud 0,005 DM-INACAL	Manómetro de 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-C-040-2020

RESULTADOS							
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		INDICACION PROMEDIO DEL PATRON		ERROR		INCERTIDUMBRE	
(%)	kgf	(%)	kgf	(%)	kgf	(%)	kgf
0,0	0,0	0	0,0	0,00	0,0	0,01	7,32
0,1	120,0	0,1	126,2	-0,01	-6,2	0,01	7,58
0,2	232,4	0,2	239,8	-0,01	-7,4	0,01	8,20
0,9	1022,9	0,9	1037,6	-0,01	-14,7	0,01	8,98
11,6	13880,6	11,6	13892,5	-0,01	-11,9	0,01	9,78
23,3	28000,6	23,3	28019,2	-0,02	-18,6	0,01	10,56
41,7	50007,2	41,7	50027,5	-0,02	-20,3	0,01	12,65
62,5	75005,0	62,5	75027,8	-0,02	-22,8	0,01	15,89
75,0	90010,0	75,0	90033,8	-0,02	-23,8	0,02	18,78
81,7	98000,1	81,7	98035,2	-0,03	-35,1	0,02	20,25

*Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar - error*

**OBSERVACIONES.**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO





## Anexo 11: Boleta de venta electrónica del costo de los ensayos

<b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> AV. A MZA. 48 LOTE. 17 ASC. ARMANDO VILLANUEVA ALTURA UNIVERSITARIA CDRA 59 VILLASOL LOS OLIVOS - LIMA - LIMA		<b>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA</b> <b>RUC: 20605049568</b> <b>EB01-7</b>				
Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : <b>10/07/2021</b> Señor(es) : <b>OMAR ERICK OSORIO UTRILLA</b> DNI : <b>71609292</b> Tipo de Moneda : <b>SOLES</b>						
Observación : <b>TESIS:NCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO FIBRA DE VIDRIO – FIBRA DE VIDRIO MÁS CAL HIDRATADA QUE SUSTITUIRÁ PARCIALMENTE AL CEMENTO, LIMA 2020</b>						
<b>Cantidad</b>	<b>Unidad Medida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor Unitario(*)</b>	<b>Descuento(*)</b>	<b>Importe de Venta(**)</b>	<b>ICBPER</b>
1.00	UNIDAD	DISEÑO DE MEZCLA Y SUS DOSIFICACIONES ELABORACION DE PROBETAS Y VIGAS ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO ROTURAS A COMPRESION ROTURAS A FLEXION DE ACUERDO A LA COT. 151.2 Y COT 152	2932.30	0.00	3,460.114	0.00
Otros Cargos :						S/0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/3,460.11
<b>SON: TRES MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y 11/100 SOLES</b>						
(*) Sin impuestos.		Op. Gravada :		S/ 2,932.30		
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.		Op. Exonerada :		S/ 0.00		
		Op. Inafecta :		S/ 0.00		
		ISC :		S/ 0.00		
		IGV :		S/ 527.81		
		ICBPER :		S/ 0.00		
		Otros Cargos :		S/ 0.00		
		Otros Tributos :		S/ 0.00		
		Monto de Redondeo :		S/ 0.00		
		Importe Total :		S/ 3,460.11		
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: <a href="http://www.sunat.gob.pe">www.sunat.gob.pe</a> , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						

**Anexo 12: Boleta de venta electrónica de fibra de vidrio y cal hidratada – no fiscalizada**

<b>A3A GROUP S.A.C.</b> <b>A3A GROUP SOCIEDAD ANONIMA CERRADA</b> PARCELA 74 MZA. G LOTE. 13 COO. VIV. GALLINAZO FRENTE A LA ESCUELA DE OFICIALES PUENTE PIEDRA - LIMA - LIMA		<b>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA</b> <b>RUC: 20517430910</b> <b>EB01-13</b>				
Fecha de Vencimiento :	<b>01/05/2021</b>	GUIA DE REMISION REMITENTE : <b>0001 2320</b>				
Fecha de Emisión :	<b>30/04/2021</b>					
Señor(es) :	<b>OMAR ERICK OSORIO UTRILLA</b>					
DNI :	<b>71609292</b>					
Tipo de Moneda :	<b>DOLAR AMERICANO</b>					
Observación :	<b>03</b>					
<b>Cantidad</b>	<b>Unidad Medida</b>	<b>Código Descripción</b>	<b>Valor Unitario(*)</b>	<b>Descuento(*)</b>	<b>Importe de Venta(**)</b>	<b>ICBPER</b>
1.00	UNIDAD	MLV3-24 MANTAS DE LANA DE VIDRIO DE 2 (50MM) ESP. D-24KG/M3, MEDIDAS 1200MM X 12000MM X 50MM. CADA ROLLO CUBRE UN AREA DE 14.40M2.	30.00	0.00	35.40	0.00
Otros Cargos :						\$0.00
Otros Tributos :						\$0.00
ICBPER :						\$ 0.00
Importe Total :						\$35.40
<b>SON: TREINTA Y CINCO Y 40/100 DOLAR AMERICANO</b>						
(*) Sin impuestos.		Op. Gravada :				\$ 30.00
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.		Op. Exonerada :				\$ 0.00
		Op. Inafecta :				\$ 0.00
		ISC :				\$ 0.00
		IGV :				\$ 5.40
		ICBPER :				\$ 0.00
		Otros Cargos :				\$ 0.00
		Otros Tributos :				\$ 0.00
		Monto de Redondeo :				\$ 0.00
		Importe Total :				\$ 35.40
Orden de Compra : VERBAL						
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: <a href="http://www.sunat.gob.pe">www.sunat.gob.pe</a> , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						

**Anexo 13: Factura de compra de cal hidratada o hidróxido de calcio – no fiscalizada**

**F&H SERVICE AND TECHNOLOGY PERU S.A.S.**  
 C/ta 27 Mz. B4 EL 27  
 Urb. Puerto del Pro.  
 Los Olivos - Lima - Perú  
 Telf: 022-5650 Cel: 987130334  
 f.h.servitec@guilabon.com

**SERVICIOS DE INGENIERIA,  
 IMPORTACION, EXPORTACION,  
 COMERCIALIZACION DE INMUEBLES E  
 OTRAS LABORATORIOS E  
 INDUSTRIAS EN GENERAL**

**R.U.C. 20563674548**  
**FACTURA**  
 001- N° 000175

Lima, No. de Decreto del 20 19  
 R.U.C. 7075795500  
 Guía de Remisión: 174

Beneficiario: Ospector Urbano, Ormaiztegui  
 Dirección: Mz p 1018 10 los laboratorios SMP Inca - Lima

CANT.	DESCRIPCION	P. UNIT.	IMPORTE
1	<u>balda de cal hidratada</u> <u>25 kilos contiene los bultos.</u>	<u>5/4.928</u>	<u>5/44.07</u>
<b>SUB-TOTAL</b>			<b>5/44.07</b>
<b>I.G.V. 18 %</b>			<b>5/7.93</b>
<b>TOTAL</b>			<b>5/52.00</b>

SON: Cinco y dos con 00/100 Pesos  
 CANCELADO  
 10 de Setiembre del 2019

ADQUIRENTE O USUARIO