

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



**TESIS**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOQUIN  
CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALTO  
TRÁNSITO**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. YARANGA RAMOS PAOLA YOLANDA**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:**

**TRANSPORTE Y URBANISMO**

**LINEAS DE INVESTIGACIÓN DE LA E.P. INGENIERIA CIVIL**

**ESTRUCTURAS - TRANSPORTE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL**

**HUANCAYO – PERU**

**2022- DICIEMBRE**

## ASESORES

---

Dr. Bustinza Zuasnabar, Edward

Asesor Metodológico

---

Mg. Herrera Montes, Jeannelle Sofia

Asesor Temático

### **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi familia por el apoyo económico y motivacional en mi constitución profesional.

Dedico mi trabajo de investigación a mi familia por los valores que han inculcado en mí.

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Ruben Dario Tapia Silguera  
Presidente

---

Ing. Christian Mallaupoma Reyes  
Jurado Revisor 1

---

Ing. Alcides Luis Fabian Brañez  
Jurado Revisor 2

---

Ing. Porras Arroyo Edinson  
Jurado Revisor 3

---

Ing. Leonel Untiveros Peñaloza  
Secretario Docente

## INDICE

<b>DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>CONTENIDO .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>13</b>
1.1. <b>PROBLEMA .....</b>	<b>13</b>
1.1.1. <b>Problema General.....</b>	<b>13</b>
1.1.2. <b>Problemas Específicos .....</b>	<b>13</b>
1.2. <b>OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
1.2.1. <b>Objetivo general:.....</b>	<b>14</b>
1.2.2. <b>Objetivos específicos: .....</b>	<b>14</b>
1.3. <b>JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>14</b>
1.3.1. <b>Social.....</b>	<b>14</b>
1.3.2. <b>Práctica.....</b>	<b>14</b>
1.3.3. <b>Metodológica .....</b>	<b>15</b>
1.4. <b>Delimitación del problema.....</b>	<b>15</b>
1.4.1. <b>Espacial .....</b>	<b>15</b>
1.4.2. <b>Temporal .....</b>	<b>15</b>
1.4.3. <b>Económica.....</b>	<b>15</b>
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
2.1. <b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>16</b>
2.2. <b>MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>25</b>
2.2.1. <b>Normatividad .....</b>	<b>25</b>
2.3. <b>DEFINICIÓN DE TERMINOS .....</b>	<b>28</b>
2.3.1. <b>Adoquín con fibra de vidrio .....</b>	<b>29</b>
2.3.2. <b>Características físicas y mecánicas del concreto con fibra de vidrio .....</b>	<b>38</b>
2.4. <b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>48</b>
2.4.1. <b>Hipótesis general.....</b>	<b>48</b>

2.4.2.	Hipótesis específica.....	48
2.5.	VARIABLES .....	48
2.5.1.	Definición conceptual de las variables.....	48
2.5.2.	Operacionalización de las variables .....	49
<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA.....</b>		<b>51</b>
3.1.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	51
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	51
3.3.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	51
3.4.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	51
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	51
3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	52
3.7.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	53
3.8.	PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	53
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS.....</b>		<b>72</b>
<b>CAPITULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>		<b>99</b>
5.1.	DISCUSIONES GENERALES .....	99
5.2.	DISCUSIONES ESPECÍFICAS .....	99
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>101</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>102</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>103</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>105</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Espesor nominal y Resistencia a la compresión</i>	26
<i>Tabla 2: Tolerancia Dimensional</i>	26
<i>Tabla 3: Propiedades mecánicas de los tipos de fibras de vidrio</i>	34
<i>Tabla 4: Operacionalización de las variables</i>	49
<i>Tabla 5: Cantidad de Agregados</i>	55
<i>Tabla 6: Análisis De La Arena Gruesa</i>	55
<i>Tabla 7: Análisis Granulométrico De La Arena Gruesa</i>	56
<i>Tabla 8: Análisis De la Piedra Chancada</i>	57
<i>Tabla 9: Análisis Granulométrico De la Piedra Chancada</i>	57
<i>Tabla 10: Contenido De Humedad De La Arena Gruesa</i>	59
<i>Tabla 11: Contenido De Humedad De La Piedra Chancada</i>	59
<i>Tabla 12: Peso Unitario De La Piedra Chancada</i>	60
<i>Tabla 13: Peso Unitario De La Arena Gruesa</i>	61
<i>Tabla 14: Peso Específico De La Arena Gruesa</i>	62
<i>Tabla 15: Peso Específico De La Piedra Chancada</i>	62
<i>Tabla 16: Datos Resumen de propiedades de los materiales</i>	62
<i>Tabla 17: Asentamientos Recomendados Para Varios Tipos De Estructuras</i>	63
<i>Tabla 18: Requisitos De Agua De Mezclado En Función De <math>D_n</math> máx. Y El Asentamiento En Pulgadas</i>	63
<i>Tabla 19: Relación (a/c) y la Resistencia (<math>f'_{cr}</math>)</i>	64
<i>Tabla 20: Resumen de diseño de mezcla <math>f'_{c} = 360 \text{ kg/cm}^2</math></i>	66
<i>Tabla 21: Dosificación Del Adoquín Con Fibra De Vidrio</i>	67
<i>Tabla 22: Dimensiones Del Adoquín Con 0.12% De Fibra De Vidrio</i>	82
<i>Tabla 23: Dimensiones Del Adoquín Con 0.24% De Fibra De Vidrio</i>	82
<i>Tabla 24: Dimensiones Del Adoquín Con 0.36% De Fibra De Vidrio</i>	83
<i>Tabla 25: Resultado De Ensayo De Absorción De Adoquines Con Fibra De Vidrio</i>	84
<i>Tabla 26: Tabla de Absorción</i>	85
<i>Tabla 27: Características De Los Adoquines Con Fibra De Vidrio Para El Ensayo A Compresión</i>	86
<i>Tabla 28: Ensayo de Resistencia A Compresión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.12%</i>	87
<i>Tabla 29: Ensayo de Resistencia A Compresión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.24 %</i>	88
<i>Tabla 30: Ensayo de Resistencia A Compresión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.36%</i>	89
<i>Tabla 31: Tabla Resistencia A Compresión Del Adoquín según NTP 399.611</i>	90
<i>Tabla 32: Resultado De Ensayo De Resistencia a Flexión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.12%</i>	91
<i>Tabla 33: Resultado De Ensayo De Resistencia a Flexión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.24%</i>	92
<i>Tabla 34: Resultado De Ensayo De Resistencia a Flexión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.36%</i>	93
<i>Tabla 35: Presupuesto Para Pavimento Rígido En 1 m<sup>2</sup></i>	94
<i>Tabla 36: Presupuesto Para Pavimento con Adoquín Con Fibra De Vidrio En 1 m<sup>2</sup></i>	94
<i>Tabla 37: Desagregado De Precios Unitarios Para Pavimento Rígido En 1 m<sup>2</sup></i>	95
<i>Tabla 38: Desagregado De Precios Unitarios Para Pavimento con Adoquín Con Fibra De Vidrio En 1 m<sup>2</sup></i>	97

*Tabla 39: Desagregado De Precios Unitarios De Sub partida Para Pavimento de Adoquín  
Con Fibra De Vidrio En 1 m2*\_\_\_\_\_97

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Prueba de Revenimiento o Slump</i>	41
<i>Figura 2: Puntos importantes de la curva Esfuerzo vs Deformación de acuerdo con la norma ASTM C1018.</i>	45
<i>Figura 3: Curva Granulométrica De La Arena Gruesa</i>	56
<i>Figura 4: Curva Granulométrica De la Piedra Chancada</i>	58
<i>Figura 5: Resultado De Ensayo De Absorción De Adoquines Con Fibra De Vidrio</i>	85
<i>Figura 6: Ensayo de Resistencia A Compresión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.12%</i>	87
<i>Figura 7: Ensayo de Resistencia A Compresión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.24%</i>	88
<i>Figura 8: Ensayo de Resistencia A Compresión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.36%</i>	89
<i>Figura 9: Resultado De Ensayo De Resistencia a Flexión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.12%</i>	91
<i>Figura 10: Resultado De Ensayo De Resistencia a Flexión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.24%</i>	92
<i>Figura 11: Resultado De Ensayo De Resistencia a Flexión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.12%</i>	93

## RESUMEN

La investigación se basa en mejorar las características de resistencia a compresión, flexión, absorción, la dosificación, el costo del adoquín agregando fibra de vidrio en el concreto para la fabricación de adoquines, se planteó como problema general: ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas del adoquín con fibra de vidrio para la optimización en pavimentos de alto tránsito?, se planteó como objetivo general: Analizar las características físicas - mecánicas del adoquín con fibra de vidrio para la optimización en pavimentos de alto tránsito tales características como la resistencia a compresión, flexión, absorción, la dosificación, el costo y la hipótesis general fue: Las características físicas-mecánicas del adoquín con fibra de vidrio se incrementarán para la optimización en pavimentos de alto tránsito.

La investigación es de método científico por que se realiza un conjunto de procedimientos con un fin, la investigación es de tipo aplicada, a nivel descriptivo y con un diseño experimental. La población son 27 muestras de adoquines con fibra de vidrio en porcentajes de fibra de vidrio de 0.12%, 0.24% y 0.36% de Fibra de vidrio, la muestras se realizaran ensayos de resistencia a flexión, compresión y absorción, concluyendo que las características del adoquín con fibra de vidrio son aceptables según la norma NTP 399.611.

Palabra clave: Características físicas-mecánicas, adoquín, fibra de vidrio, resistencia a compresión, flexión, absorción, la dosificación, costo.

## **ABSTRACT**

The investigation is based on improving the characteristics of resistance to compression, flexion, absorption, the dosage, the cost of the paving stone by adding fiberglass in the concrete for the manufacture of paving stones, it was raised as a general problem: What are the physical and characteristics of fiberglass pavers for optimization in high-traffic pavements?, the general objective was: Analyze the physical-mechanical characteristics of fiberglass pavers for optimization in high-traffic pavements such characteristics as compressive strength , bending, absorption, dosage, cost and the general hypothesis was: The physical-mechanical characteristics of the fiberglass paving stone will increase for optimization in high-traffic pavements.

The research is of the scientific method because a set of procedures is carried out with a purpose, the research is of an applied type, at a descriptive level and with an experimental design. The population consists of 27 samples of paving stones with fiberglass in percentages of fiberglass of 0.12%, 0.24% and 0.36% of Fiberglass, the samples were carried out tests of resistance to flexion, compression and absorption, concluding that the characteristics of the fiberglass pavers are acceptable per NTP 399.611.

Key word: Physical-mechanical characteristics, paving stone, fiberglass, compressive strength, bending, absorption, dosage, cost.

## INTRODUCCIÓN

La siguiente investigación: “Características Físicas Y Mecánicas Del Adoquín Con Fibra De Vidrio Para Pavimentos De Alto Tránsito” se puede definir como mejorar diseñar y mejorar el adoquín convencional como una alternativa diferente para mejorar las características físicas mecánicas del adoquín utilizando la fibra de vidrio en los pavimentos en la actualidad viene presentando fisuras, generando gastos de mantenimiento, mayor inversión y estético no aceptable; La investigación se basa en cinco capítulos mostrados a continuación.

CAPÍTULO I, En este capítulo se menciona el problema, el problema general y específicos; los objetivos de la investigación, objetivos generales y específicos; la justificación social, justificación practica y justificación metodológica; la delimitación del problema, espacial, temporal y económica.

CAPÍTULO II, En este capítulo se menciona el marco teórico, donde se desarrolla los antecedentes nacionales, antecedentes internacionales, también se desarrolla el marco conceptual, la definición de términos, hipótesis general y específicos y la definición de variables.

CAPÍTULO III, En este capítulo se desarrolló la metodología de la investigación, el tipo de investigación, el método de investigación, el nivel de investigación, el diseño de investigación, la población y muestra, las técnicas y/o instrumentos de recolección de datos, técnicas de procesamiento y análisis de datos, técnicas y análisis de datos, procedimiento de la investigación.

CAPÍTULO IV, En este capítulo se desarrolló los resultados, se analizó los materiales, el diseño de mezcla para la fabricación de adoquines con fibra de vidrio, se describe las características físicas y mecánicas de los adoquines con fibra de vidrio, se realizaron los ensayos a compresión simple, ensayo a tracción y absorción de las muestras de adoquines y se analizaron el costo de la fabricación del adoquín con fibra de vidrio.

CAPÍTULO V, En este capítulo se desarrolló la discusión de los resultados generales y específicos, conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el presente el adoquín es un insumo muy usado en las obras de recreación, construcción, vías peatonales, en la actualidad se viene procesando unidades de albañilería según las NTP 399.611 y NTP 399.604, estos insumos son buenos ya que cumplen con la norma, son de rápida instalación a un bajo costo, y dan una mejor calidad visual a las calles, parques y zonas de parqueo y otros, pero a la actualidad para la pavimentación, donde no llegan a cumplir la calidad y vida útil exigido de acuerdo a la NTP 399.611 y NTP 399.604. Donde nos da una evidencia que no es un material apto para pavimentos y una mala inversión.

El deterioro de los pavimentos urbanos afectados por factores de la naturaleza y artificialmente, donde, afectan la vida útil del pavimento, así como también generan mayor trabajo en la colocación o construcción del pavimento rígido y flexible, otro caso es en el mantenimiento de estas mismas ocasionan excesivos gastos en materiales, equipos y mano de obra, en ocasiones es necesario retirar todo el paño de concreto o ciertos tramos exagerados en el pavimento flexible.

Un material resistente a los áridos silíceos y alcalinos frente al hormigón del cemento es la fibra de vidrio, se ha utilizado años para el refuerzo de la mezcla del concreto, se utiliza en la fabricación de planchas delgadas de alta resistencia para los revestimientos de edificios. En la actualidad las fibras de vidrio se están aplicando al concreto de elementos prefabricados y en aplicaciones de revestimientos.

### 1.1. PROBLEMA

#### 1.1.1. Problema General

¿Cuáles son las características físicas y mecánicas del adoquín con fibra de vidrio para la optimización en pavimentos de alto tránsito?

#### 1.1.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles son las características a la resistencia a compresión, flexión y absorción del adoquín con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito?

- ¿Qué factores en la dosificación ha generado el adoquín con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito?
- ¿Qué efectos produce las características físicas y mecánicas del adoquín con fibra de vidrio en la reducción de costo para pavimentos de alto tránsito?

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo general:**

- Analizar las características físicas - mecánicas del adoquín con fibra de vidrio para la optimización en pavimentos de alto tránsito.

### **1.2.2. Objetivos específicos:**

- Determinar las características a la resistencia a compresión, flexión y absorción del adoquín con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito.
- Calcular los factores en la dosificación que han generado el adoquín con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito.
- Cuantificar los efectos que producen las características físicas y mecánicas del adoquín con fibra de vidrio en la reducción de costo para pavimentos de alto tránsito.

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

### **1.3.1. Social**

La investigación de las características físicas y mecánicas del adoquín con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito brinda conocimientos técnicos para la pavimentación, de esta manera se optimizará la vida útil de la pavimentación y así contrarrestar las posibles efectos nocivos en la salud y brindar a la población una calidad de vida.

### **1.3.2. Práctica**

La finalidad de la tesis es la elaboración de muestras de adoquines con fibra de vidrio para el uso en pavimentos de alto tránsito.

### **1.3.3. Metodológica**

La investigación es de método científico, ya que se utilizó manuales de ensayos y las normas técnicas peruanas.

Las teorías podrán ser utilizadas por futuros investigadores para evaluar las mismas variables en diferentes espacios y pueden ser utilizados en el desarrollo de temas similares a la investigación.

El objetivo de la tesis es la elaboración de adoquines con incorporación de fibra de vidrio como agregado, realizando una dosificación para la fabricación de muestras de adoquines con incorporación de fibra de vidrio, el cual servirá para el uso en pavimentos de alto tránsito, esto será posible mediante ensayos para la preparación de la mezcla y ensayos de compresión simple para posteriormente analizar la resistencia del adoquín con fibra de vidrio y así con este diseño se intenta prolongar la vida útil del pavimento respecto al pavimento flexible y rígido.

## **1.4. Delimitación del problema**

### **1.4.1. Espacial**

La investigación se desarrolla, en el distrito del Tambo, Provincia de Huancayo, departamento de Junín, específicamente en el laboratorio KLAFER SAC.

### **1.4.2. Temporal**

Todo el trabajo de investigación se iniciara desde septiembre, y culminara el mes de diciembre del 2021.

### **1.4.3. Económica**

Toda la investigación en cuanto a presupuesto fue cubierto con recursos propios.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES

##### 2.1.1. Antecedentes Nacionales

(RAMOS AUCAPURI, 2018) Realiza la Tesis “Dosificación del concreto reciclado para el uso en unidades de pavimentos de bajo tránsito, distrito de lince, lima 2018” la tesis tiene la finalidad: Calcular una dosificación para unidades de pavimento a partir del concreto reciclado. Aucapuri menciona lo siguiente:

[...] los agregados reciclados añadido en 0 %, 10 %, 30% y 50 %. La dosificación consistió en conseguirlos agregados reciclados y naturales, después se analizó los agregados reciclados y los agregados naturales para obtener las características. Luego se procedió a realizar la dosificación para las unidades de albañilería (M0)  $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$  con una preparación de mortero de (1:1.62:1.75). Luego se efectuó las dosificaciones de las unidades de albañilería con agregados reciclados con diez por ciento de agregados reciclados (M1) con una preparación de mortero de (1:1.46:1.57), 30 por ciento de agregados reciclados (M2) con una preparación de mortero de (1:1.14:1.22) y cincuenta por ciento de agregados reciclados (M3) con una preparación de mortero de (1:0.81:0.87). Posteriormente se fabricó los adoquines con agregados reciclados realizando la prueba de Slump, se analizó las pruebas de resistencia compresión simple, ensayo de flexión y ensayo de absorción. Por lo tanto la dosificación del mortero reciclado serán para la ejecución de pavimentos de bajo tránsito en unidades de albañilería con el diez por ciento de agregados reciclados con la cantidad de cemento: 1, agregado fino: 1.46, agregado fino reciclado: 0.16, agregado grueso reciclado: 0.18, agregado grueso 1.57 y con una cantidad de agua 19.42. Estos son solo viables para la utilización de los agregados reciclados con el 10 %, porque se rigieron con las Normas técnicas actuales. (2018.p15).

(CALIXTO FAJARDO, 2020) Realiza la tesis “*Efectos del vidrio reciclado tratado, con la máquina de los ángeles, en la resistencia a compresión y absorción*”

*en adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero, Lima 2020*” en La Universidad Privada Del Norte. La investigación llega a los principios y conclusiones:

La presente tesis tuvo como finalidad desarrollar las consecuencias de agregar el vidrio reciclado, con el equipo de los ángeles, en las características mecánicas para pavimentos de tránsito vehicular. La investigación es de nivel explicativo y de enfoque cuantitativo, de diseño de investigación experimental una factorial para la realización de 4 tipos de muestra con diferentes porcentajes de vidrios de: 0%, 5%, 10% y 15%,. Las diferentes muestras fueron analizadas bajo la norma peruana NTP 399.604, la utilización del vidrio se rigió a la NTP 400.019. Las pruebas que se realizaron fueron, contenido de agua, el análisis granulométrico por tamizado, pruebas de peso unitario, ensayo de peso específico y prueba de porcentaje de absorción de las muestras, así como el ensayo en la prensa hidráulica de concreto en adoquines. Por lo tanto, la hipótesis se constató con los resultados estadísticos ANOVA y la prueba Turkey. Las consecuencia los ensayos, se concluyó una alta resistencia en la prensa hidráulica (446.37 kg / cm<sup>2</sup>) después de veintiocho días de curado del concreto con una incorporación optima de vidrio del 15%, para lo cual resulto en el ensayo de absorción de 4.2% donde este valor se rige con la norma. Los resultados de los ensayos se constataron estadísticamente, resultando un nivel de presunción de 95%, una consecuencia significativa de la incorporación de vidrio en sus características. Por lo tanto los precios, para la agregación de vidrio de 15% se calculó un precio de S/.0.61 a comparación de lo convencional (S/.0.57), obteniéndose una variación del 8% sobre lo convencional.

(FERNANDEZ GARCIA, 2019) Realiza la tesis “*Análisis de las características físicas-mecánicas del adoquín con polietileno tereftalato reciclado y adoquín convencional tipo I*”, en La Universidad Peruana los Andes. La investigación llega a los siguientes principios y conclusiones:

Al elaborar los adoquines con 0.25%, 0.50%, y 0.75% de PET, estas muestras elaboradas fueron analizadas respecto a sus características físicas dimensionales (largo, ancho, alto), y características mecánicas como absorción, compresión y flexión, Por lo tanto las características mecánicas y las características físicas se

rigen a la norma NTP 399.611, resultando el favorecimiento de la fabricación de los adoquines con PET.

La elaboración de adoquines con PET es una propuesta para mejorar las características mecánicas y físicas.

Por lo tanto los adoquines con PET cumplen con la norma NTP 399.611 y NTP 399.604 tanto en las características mecánicas y las características físicas.

Por lo tanto el precio unitario del concreto por metro cuadrado de adoquines con PET es más elevado frente a las unidades de albañilería convencional.

(RAMOS SALCEDO, 2019) Realiza la tesis *“Mejoramiento al concreto absorbente con inserción de fibra de vidrio para aumentar su resistencia a la compresión en la ciudad de Tarma”*, en La Universidad Católica Sedes Sapientiae. La investigación llega a los siguientes principios y conclusiones:

Por lo tanto la tesis concluye que la agregación de fibra de vidrio si aporta para lograr una mayor resistencia a compresión del mortero absorbente.

La dosificación de la mezcla utilizada en los ensayos si fue la cantidad adecuada en la agregación de fibra de vidrio y mejora las propiedades de esfuerzo a la compresión simple, se sugiere compactar la mezcla en las probetas por capas y sus respectivas chuseadas ya que las muestras no fueron las más indicadas, debido a que no se compacto como establece el manual de ensayos y por ello fue la causal de que no se llegó al esfuerzo a la compresión simple requerida. En donde se refiere a la permeabilidad del mortero absorbente, la preparación de la mezcla utilizada si se rigió con las normas.

La adición de 1.50 % de incorporación de fibra de vidrio no es adecuado ya que satura la mezcla. A comparación de la incorporación de 1 % de fibra si es más factible por que mejora las propiedades del mortero significativamente.

(HUAMAN QUISPE, 2015) Realiza la tesis *“Comportamiento Mecánico Del Concreto Reforzado Con Fibra De Vidrio”*, en La Universidad Nacional de Cajamarca. La investigación llega a los siguientes principios y conclusiones:

Se contempla que en el ensayo con la máquina de compresión hidráulica para la rotura a compresión simple incrementa a mayor porcentaje de incorporación de fibra de vidrio (0.50% de fibra); la alteración de la resistencia incorporando la fibra de vidrio que va desde 2.03% para la cantidad mínima hasta un 5.05% para la cantidad máxima, de estos resultados de los ensayos a los 28 días de curado.

En el ensayo Resistencia a Flexión se analiza que a más cantidad de utilización de fibra de vidrio es mayor el esfuerzo a flexión. Por lo tanto es de 25.52% de incremento en la resistencia en el ensayo a la flexión del mortero diseñado a los siete días y un incremento de la resistencia flexión de 36.20% durante los 28 días. Como ya se ha indicado estos valores corresponden al mortero con más porcentaje (0.50% de fibra de vidrio).

En conclusión la resistencia en el ensayo de Tracción se analiza que la resistencia a tracción en relación al porcentaje de incorporación de FV es directamente proporcional en la preparación de mortero. Por lo que resulta un 24.19% como máximo en el aumento del esfuerzo a la tracción en relación al concreto en los siete días, así como llegando a un 30.74% de incremento en 28 días. Como ya se indicó los valores corresponden al mortero que tiene la fibra de vidrio en mayor cantidad (0.50% de fibra). Por lo tanto la agregación de fibra de vidrio aumenta el esfuerzo a la tracción.

En los ensayos a tracción y flexión el ancho de fisuración de los muestreos resultaron en 60.18% y 68.62, siendo una decrecimiento, por otro lado las dimensiones de fisuras redujeron en 30.26% y 26.33% en el esfuerzo a flexión y tracción respectivamente, ya que la incorporación de FV en el mortero favorece o causa la reducción de las fisuras dadas en el concreto.

En el costo – respecto a los ensayos de flexión y tracción, la incorporación de 0.50 por ciento de FV en el mortero es más apto, pues resulta una variación de -6.62 y -10.37 por ciento respectivamente con respecto al mortero, por lo tanto resultando un concreto con incremento de resistencia y de bajo costo.

En consecuencia el costo, y el esfuerzo a compresión simple se deduce que el incorporar la fibra de vidrio es apto según el trabajo que realizara respectivamente,

pues obtendremos concretos con una mayor resistencia de las cuales respecto al costo de los concretos tradicionales se elevaran. Por lo que se puede deducir que a mayor incorporación de fibra de vidrio, aumenta la resistencia, siendo estudiado, analizable y aceptable según la estructura que se desea realizar. El valor según el Costo/Beneficio es la incorporación de 0.125 % de FV.

### **2.1.2. Antecedentes Internacionales**

(BELTRAN MARTINEZ, y otros, 2020) Realiza la tesis "*Diseño De Mezcla Para Concreto Permeable Con Fibra De Vidrio*", en La Universidad Distrital Francisco José de Caldas. La investigación llega a los siguientes principios y conclusiones:

Según la tesis, se analizó una diseño de mezcla apto para el concreto permeable, donde se realiza una incorporación porcentual de FV del 2% y por lo tanto un incremento de la resistencia en el ensayo de compresión simple, realizado en el muestreo de los cilindros S8 con una dosificación C2 (Referencia tabla 12), la cual es de 14.1 Mpa en promedio. Tomando las investigaciones anteriores, se finiquita que la dosificación C2, proyecta un incremento en el ensayo a compresión simple que en investigaciones existentes este tipo de mortero, las cuales, proveían unos datos de la resistencia alcanzada con otro tipo de aditivos, dando como parámetros de una resistencia de 7 Mpa a 10 Mpa.

El 2 por ciento de incorporación de fibra de vidrio, es la cantidad que optimizo para la resistencia en el ensayo a compresión simple del concreto a diferencia con la adición de fibra de vidrio en un 1% y 3%, resultando un bajo valor en la resistencia de un 2% y 11% respectivamente. En conclusión el mortero con 2% de incorporación de fibra de vidrio es el más recomendable ya que posee mejor resistencia a comparación de los otros muestreos con diferente dosificación.

El promedio de relación de a/c del mortero permeable está en el rango de 0.27 a 0.40, en la presente tesis se realizó con 2 valores: 0.3 y 0.35. Observando y analizando los ensayos de resistencia a compresión simple, mejor manejabilidad y humedad ideal, se obtuvo la relación a/c de 0.3 siendo más apta implementada en la dosificación C-2 y S.

El mortero con incorporación de fibra resulta una opción para la construcción, dada que su resistencia promedio con un diseño de mezcla C-2 está en los parámetros según la Norma NSR-10 título E Casa de uno y dos pisos, son una solución frente a fenómenos naturales, como inundaciones dando a paso a un sistema de drenaje.

(HIDALGO LAGUA, y otros, 2013) Realiza la tesis "*Obtención de adoquines fabricados con vidrio reciclado como agregado*", en La Universidad Politécnica Nacional. La investigación llega a los siguientes principios y conclusiones:

Consecuencia de variar la proporción de cemento, con el propósito de aumentar la resistencia en el ensayo de compresión simple, se incrementa el costo para la fabricación se incrementa, donde es el componente más costoso para la fabricación de los adoquines.

Por lo que se debe investigar que otros elementos que alteran en las características en la resistencia del ensayo a compresión simple, únicamente las cantidades calculadas de los insumos y el proceso de vibro-compactación, con la finalidad de perfeccionar o incrementar una mayor resistencia, sin elevar el costo de fabricación, como también analizar una reducción de costos.

Se concluye que la relación de la resistencia a la compresión simple es inversamente proporcional a la relación de agua y cemento para una dosificación de mezcla, por lo que el cemento beneficia más en la resistencia.

Los adoquines incorporados con fibra de vidrio, Por lo tanto el uso de la granulometría fina favorece a la resistencia de compresión simple a comparación a la utilización de la granulometría gruesa, ya que presenta una mejor resistencia a compresión simple el porcentaje con 25 % de fibra de vidrio adquiere mayor resistencia respecto al 15% de fibra de vidrio, dada la rigidez de las características mecánicas del vidrio, geometría y tamaño.

En conclusión la resistencia al desgaste según la norma en 1938 cumple con los parámetros establecidos así resultando ser apto en la deficiencia del flujo del material abrasivo.

En conclusión el uso de la FV para la elaboración de adoquines mejora la propiedad al desgaste, por lo que sí se puede utilizar los adoquines. La fibra de del vidrio para la fabricación de adoquines debe ser en forma proporcional a los agregados. La utilización de vidrio en proporciones mayores a 25% no es recomendable en sustitución al grano fino y el 15% para el vidrio de granulometría gruesa, no son recomendables ya que: [1] la resistencia al desgaste deja de incrementarse (ver Tabla 3.5.), y [2] el uso de vidrio es mayor que la arena.

Por lo que al utilizar vidrio como agregado en proporciones de 10 y 20 % del peso total por que demostraron ser más resistentes al desgaste.

(ARANGO LORDOÑO, 2006) Revista “Adoquines de concreto: Propiedades físico- mecánicas v sus correlaciones”, determina:

Los estudios realizados en Colombia se rigen con la norma vigente, estos ensayos son: la resistencia a compresión simple, el módulo de rotura por flexión y la resistencia a la tracción. Las muestras fabricadas cumplieron los ensayos ya mencionados.

El ensayo de desgaste que se realizó no presento ningún cambio siendo el mismo valor de desgaste, por lo que se considera como una variable independiente, siendo controlado a partir de otras variables.

En el ensayo de resistencia a compresión simple para el cumplimiento según la norma se recomienda una longitud de huella de 23mm en el ensayo de resistencia a compresión simple.

Tomando la media y las desviaciones estándar analizadas en el ensayo del adoquín convencional nacional vigente, el valor de resistencia en el ensayo de abrasión podrá ser apto o por la mayoría de productores; sin embargo, se examinaron los resultados tan altos como 27 milímetros que muestran una baja comodidad de tránsito y fatiga del sistema de pavimento, donde asegura que la prueba sea aplicado como parte de la norma para verificación de calidad.

Durante los ensayos realizados en la investigación se observa que hay una relación entre el ensayo de rotura por flexión y el ensayo a tracción de los adoquines. Por lo que el proceder de estas variables, se contempla que es adecuado que la norma de producto reemplace el ensayo de módulo de rotura por flexión, en la actualidad, por el ensayo de módulo de rotura por tracción indirecta como la inspección de calidad del producto, al resultar una baja desviación estándar, con lo que se maneja la ideal forma otras variables.

Para estructuras (edificaciones y puentes) y su estimación de cargas vivas y muertas, los acabados con adoquines producen una densidad de 2.200 kg/m<sup>3</sup>, que incluye los efectos de saturación de agua en la construcción del pavimento que influye un incremento con una carga estimada de 7% de la masa seca total del pavimento con adoquines.

(MARTÍNEZ MAYANCELA, 2016), Realiza la tesis: “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)”, menciona que:

Los adoquines sin fibra (convencionales), de acuerdo a los ensayos realizados presentaron un asentamiento de 5 cm, así como también se observó que tiene una baja trabajabilidad, una buena homogeneidad y con una consistencia plástica.

Según los ensayos realizados estos porcentajes influyeron para que la homogeneidad sea regular, se analizó que alcanzó una baja trabajabilidad, como también una consistencia plástica y un asentamiento de 3 cm al utilizar las cantidades de los porcentajes establecidos de fibra de vidrio.

Los adoquines presentaron mayor resistencia, se determina que si se incorpora mayor porcentaje de fibra de vidrio, incrementa y “afecta a la cohesión entre la partícula de cemento y esto da lugar a la decreciente de la resistencia a la compresión”.

Los adoquines incorporados con fibra de vidrio el 0,2% de fibra, resultando una resistencia de 380,48 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

Los adoquines con fibra de vidrio mejoran en resistencia en un 9% ya que respecto a los adoquines convencionales siendo su respectivo curado a los 28 días.

Por lo tanto la incorporación de diferentes tipos de fibra que se han utilizado en esta investigación mejora la resistencia a compresión simple de los adoquines, siendo le PET en un porcentaje de 0,1 % la mejor a diferencia a las otras fibras que se han utilizado.

(SALGUERO CAICEDO, 2013), Realiza la tesis:” Adoquines modificados con fibra de polipropileno para el uso en vías de la ciudad de Quito”, concluye que:

En el país es muy común la utilización de las unidades de albañilería para la incorporación de pavimentos por lo que se ve un deterioro a una temprana edad cuando no se dispone de un óptimo control de calidad, por lo que esta investigación pretende dar una mejor calidad

De los resultados realizados y analizados se concluye que el producto de calidad está en la utilización materiales según las especificaciones técnicas que será aplicado según las normas, manuales y ensayos, se analizara y verificará que el material para la fabricación de los adoquines tenga propiedades mecánicas aptas según en marco normativo y poder hacer la utilización del producto.

La utilización e incorporación adecuada del PET da como consecuencia un significativo incremento en la resistencia a la prueba de flexión lo que nos determinara las características exactas para hacer uso de la fibra.

En las pruebas de compresión se deduce que la incorporación de fibra de polipropileno en el mortero es muy favorable ya que si se incorpora un porcentaje de fibra esto nos brindara una mejor resistencia en el mortero, ya que la resistencia proporciona mejor acabado en el mismo que es significativo por los efectos de desgaste.

Se incrementó el costo de la fabricación, ya que el cemento es un material de mayor costo de la mezcla al cambiar la cantidad de cemento, con el objetivo de que nos arroje un valor mayor en el ensayo de la prensa hidráulica de concreto, Se recomienda estudiar otros elementos que influyen en la resistencia a la compresión, principalmente la dosificación de los agregados y el proceso de vibro-compactación, a fin de mejorar esta propiedad, sin incrementar los costos de producción.

Se analiza que la incorporación de fibra de PET a diferencia del tamaño del grano del agregado, resulta significativamente sobre el ensayo en la prensa hidráulica de concreto. Sin embargo, debido a las diferentes proporciones de porcentajes de fibra ayuda a mejorar o nos da un mayor valor en el ensayo de la prensa hidráulica de concreto, ya que se generan vacíos en el adoquín.

## **2.2.MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1.Normatividad**

#### **CE-010 Pavimentos urbanos:**

La Norma Técnica Peruana CE-010 Pavimentos urbanos nos da a conocer los diferentes tipos de pavimentos que prevalecen en nuestro país, de acuerdo a su demanda, así como también nos establecen parámetros para la fabricación y ejecución de pavimentos, como también menciona los diferentes tipos de pavimentos que usan. (INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA)

#### **NTP 399.611 Unidades de albañilería adoquines de concreto para pavimentos**

#### **Requisitos**

Esta NTP nos menciona que los requisitos para la fabricación de los adoquines de en la utilización en vías peatonales, vehiculares, contenedores, estacionamientos y patios industriales.

Las medidas de los adoquines son de 25 cm x 12. 5 cm en sus dimensiones de largo por ancho respectivamente y 10 cm de altura. Que se remplazaran el uso del pavimento rígido y de tránsito vehicular.

Para los cumplir la NTP se adaptan las siguientes características y uso, para la fabricación. (NTP399.611, 2017 pág. 11)

**Tabla 1: Espesor nominal y Resistencia a la compresión**

tipo	Espesor nominal (mm)	resistencia la compresión, min . Map (kg/cm2)	
		promedio de 3 unidades	unidad individual
I peatonal tipo B,C,D	40	31 (320)	28 (290)
	60	31 (320)	28 (290)
II (Vehicular ligero)	60	41 (420)	37 (380)
	80	37 (380)	33 (340)
	100	35 (360)	32 (325)
III (Vehicular pesado, patios industrial o contenedores)	≥ 80	55(561)	50(5101)

**Fuente: NTP 399.611**

Nota: Los datos visibles en la Tabla N°01 son utilizados como estándar, los valores visibles son para la investigación. Fuente: NTP 399.611

**Tabla 2: Tolerancia Dimensional**

Tolerancia Dimensional, Max. (mm)		
Longitud	Ancho	Espesor
±1,6	±1,6	±3,2

**Fuente: NTP 399.611**

### **NTP 399.604 Unidades de Albañilería. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto**

La norma nos menciona un proceso de realizar el muestrario y el ensayo en adoquines de concreto donde se adquiere las dimensiones, peso unitario, los resultados en la prensa hidráulica para adquirir los datos de la prensa hidráulica de concreto, absorción, y el porcentaje de humedad. (NTP 399.604, 2002) (12)

### **Agua NTP 339.088**

Esta norma estipula cuando se trabaja con aguas no potables y su uso es obligatorio para las construcciones, mantenimientos y pavimentos .La norma nos indica sus propiedades y características técnicas.

### **NTP 339.185,2013 Agregados: Métodos de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado**

Nos menciona el proceso para deducir o hallar el contenido de agua en las muestras de los agregados por secado. La cantidad de agua total evaporada es del agua superficial y el agua existente en los orificios del agregado, no se considera el agua que esta combinado químicamente presentes en los agregados y que estos a su vez no son susceptibles en este método de la evaporación, por lo que no está incluido en esta norma. (NTP 339.185, 2013) (15).

### **NTP 400.010 2001 Agregados: Extracción y preparación de las muestras**

Nos menciona el proceso del muestreo para los agregados, para lo siguiente:

- Exploración de la fuente o cantera para el abastecimiento.
- Vigilancia de las operaciones en el lugar de la fabricación.
- Inspección de la fuente de abastecimiento.
- Análisis para la aceptación o rechazo de los insumos, según la norma (NTP 400.010, 2001 pág. 13)

(NTP 400.012, 2001) Esta Norma menciona el proceso de analizar la división por tamaño de partículas del agregado fino, grueso y global para obtener su granulometría.

Los datos mencionados en el Sistema internacional son estándares. La ASTM E-11 donde se trabaja con pulgadas, para la NTP, se toman los datos en el sistema internacional. (NTP 400.012, 2001 pág. 14)

#### **NTP 400.017, 1990 Peso unitario.**

La norma nos permite calcular el PUS (peso unitario suelto), el PUC (peso unitario compactado), así como también determinar los vacíos en el agregado fino y en el agregado grueso y global. Este método se asigna en agregados que poseen partículas de tamaño nominal de 150 mm (NTP 400.017, 1990) (16)

#### **NTP 400.022, 2013 Agregados: Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino**

Esta norma nos menciona el proceso para calcular la absorción del agregado, el promedio de la densidad de las partículas de agregado y la densidad relativa. (NTP 400.022, 2013) (18)

#### **NTP 400.021, 2002 Agregados: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.**

Esta NTP nos menciona un proceso para calcular el peso específico saturado, el peso específico seco, y el peso específico aparente la absorción después de veinticuatro horas en el caso de agregados ligeros no es aplicable el ensayo normalizado de peso específico y absorción. (NTP 400.021, 2002) (17)

### **2.3.DEFINICIÓN DE TERMINOS**

#### **Adoquín:**

Son bloques prefabricados en diferentes dimensiones, son fabricados con el cemento, agua arena y agregado grueso o también es usado el hormigón las cuales pasan por un proceso de mezclado y vibrado, el mortero es moldeado.

Las características físicas de los adoquines varían en tamaño, forma, color, y resistencia. Estos adoquines se utilizan para vías peatonales. Vehiculares. Pistas de aterrizaje. .etc. (Cementos & Pacasmayo, 2015) (19)

### **Fibra de vidrio:**

Es un insumo a base de filamentos de cerámicos, extremadamente finos y en la actualidad se utiliza como un refuerzo en el mortero para la fabricación en revestimientos de edificios de alta resistencia, (MARTÍNEZ MAYANCELA, 2016)

### **2.3.1. Adoquín con fibra de vidrio**

#### **2.3.1.1. Componentes del adoquín**

##### **2.3.1.1.1. Cemento**

(NTP.334.0009, 2002 pág. 8) Define: El cemento hidráulico deriva del Clinker de su pulverización y la incorporación de yeso que se compone de partículas de sulfato de calcio en la incorporación durante la molienda.

Para (Irving, 2010), citado por (HUAMAN QUISPE, 2015 pág. 24) define que: El cemento es un insumo en la construcción civil, siendo parte del mortero o diseño de mezcla para la ejecución de pavimentos, elementos prefabricados, tubos, reforzados, muros de concreto, placas de fibrocemento.

Existen los cementos naturales provenientes de las rocas que están compuestas de cal, arcilla y los cementos artificiales fabricados a partir de la piedra caliza.

Se clasifica en categorías el cemento portland que son normadas por las especificaciones del ASTM, según la norma estas son cinco, la norma APRA el Cemento Portland (C150), y la [NTP 334.009-2013],

De acuerdo a la NTP el cemento Portland, se clasifica por sus propiedades específicas en cinco tipos.

Tipo I: Es para uso general donde no requieran propiedades especiales, apropiado para todos los usos, cualquier tipo, entre otras cosas.

Tipo II: Para usos cuando la estructura es expuesto a agua subterránea, donde este tipo de cemento tiene propiedades de moderada resistencia a sulfatos.

Tipo III: Este tipo es para ser empleado cuando se necesita lograr alta resistencia en poco tiempo.

Tipo IV: Este tipo de cemento es para lograr bajo calor de hidratación, se puede usaren estructuras de concreto masivo.

Tipo V: Estos están con un fin de ser usados cuando se necesite una alta resistencia frente a sulfatos

#### **2.3.1.1.2. Agregados**

Son materiales de origen de las rocas, minerales resultados de las fuerzas erosivas del agua y viento .Los agregados para el ámbito de la construcción son la combinación de arena, grava, estos compuestos se encuentran depositados en los ríos y valles. La envergadura del uso, verificación de calidad del agregado no se puede tomar a la ligera o subestimar. El agregado en combinación con el cemento y agua es utilizado en la construcción civil, para así realizar el mortero o concreto, siendo un componente para las estructuras y así brindar una mejor resistencia.

El agregado fino y grueso en cantidades volumétricas del mortero es aproximadamente 60 a 75 % del volumen del mortero, lo cual influye en su propiedad de endurecimiento del mortero.

##### **Agregado Fino:**

Proviene por la erosión de la rocas el agregado fino o arena , también llamado arena, este agregado fino debe pasa por la malla de 3/8” y se retiene en la malla número 200 , y además estos deben cumplir con la norma NTP 400.037 o la norma ASTM C 33.o

### **Agregado Grueso:**

Agregado grueso, también llamada piedra chancada, este agregado debe ser retenido en la malla n°4 y debe cumplir la norma ASTM C 33 o la norma NTP 400.037, tomando en cuenta la dimensión o el TMN DEL agregado grueso donde depende para la estructura, en la construcción civil lo común que se trabaja es de ¾" y ½".

Este material de agregado grueso debe estar limpio, libre de material orgánico o contaminado, de características angulares de preferencia a la vez deben ser duras compactas y rugosa estas deben estar libre de polvo , el material contaminado no debe de sobrepasar del 1% en finos o no debe sobrepasar más de 1% de material pasante de la malla 200.

Del agregado grueso en su granulometría no puede sobrepasar más del cinco por ciento del porcentaje del agregado retenido en la malla de 1 1/2" y no más del seis por ciento del agregado.(Méndez, 2012, pág. 26).

#### **2.3.1.1.3. Agua**

Es un insumo para lograr una buena mezcla homogénea del mortero, termina con dos características vitales en el proceso de preparación de la mezcla, para su trabajabilidad y como agua para su curado, para que alcance su mayor resistencia.

El agua para el proceso de la mezcla debe tener las siguientes características debe ser agua natural potable, no debe tener olor ni sabor, libre de material orgánico, esta agua debe estar libre de sulfatos.

El agua en el mortero es en 10 o 15 % del volumen. (HUAMAN QUISPE, 2015 pág. 27)

#### **Relación Agua- Cemento**

De esta relación agua y cemento dependen la durabilidad y la resistencia del concreto así como los coeficientes de fluencia y retracción. (Méndez, 2012, pág. 27)

$$R = a/c$$

R: Relación agua/ cemento.

a: Cantidad de agua en la mezcla.

c: Cantidad de cemento

El agua y cemento a menor relación, las propiedades del concreto es más favorable y si es mayor la relación de agua y cemento los poros capilares del mortero serán mayores logrando mayor permeabilidad y disminuyendo la resistencia. (HUAMAN QUISPE, 2015 pág. 29)

Según Enrique Pasquel C. (2011), afirma que:

- Para  $a/c > 0.42$  sobra agua de hidratación y todo el cemento se hidrata.
- Para  $a/c = 0.42$  no sobra agua de hidratación.
- Para  $a/c < 0.42$  queda cemento sin hidratar.

#### **2.3.1.1.4. Fibra de vidrio**

##### **Definición**

Para (Irving, 2010), citado por (HUAMAN QUISPE, 2015 pág. 33) menciona que, La fibra de vidrio es un insumo compuesto por hilos de cerámicos, extremadamente finos y en la actualidad se utiliza como un refuerzo en el mortero para la fabricación en revestimientos de edificios de alta resistencia. Asimismo, las fibras de vidrio ayudan a mejorar la adherencia del mortero o concreto, la fibra de vidrio comúnmente se llama monofilamentos.

##### **Propiedades y Características**

La fibra de vidrio posee características y propiedades que ayudan en la adherencia del mortero logrando una mayor resistencia por eso una de ellas es que es de alta resistencia, adherencia. Así como también a menor diámetro de fibra de vidrio tienden a ser quebradizos. (HUAMAN QUISPE, 2015 pág. 34).

La resistencia de la fibra de vidrio y los ensayos a ser quedas se deben realizar a la fibras más recientes en su fabricación ser quebradas, usualmente se ensaya para las fibras vírgenes. Mayor será la tenacidad mientras más se estire la superficie. (HUAMAN QUISPE, 2015 pág. 34).

### **Tipos de Fibra de Vidrio**

Para (Bravo, 2003), citado por (HUAMAN QUISPE, 2015 págs. 35-36) menciona 5 tipos de fibra de vidrio, las que se menciona a continuación:

#### **Fibra de Vidrio R (Alto Desempeño Mecánico):**

La fibra de vidrio R es para materiales que están expuestos a temperaturas y humedad, se utilizan mayormente para mejorar la resistencia en tanques de combustible de aviones, láminas de rotor de helicópteros, pisos de aviones, proyectiles y lanzadores de proyectiles.

Fabricado para estas, así como también para otras salidas, como en la industria que se rige a los deportes, el transporte, la industria de recreación, y blindaje balístico (Bravo, 2003, pág. 20).

#### **Fibra de Vidrio D (Características Dieléctricas Muy Buenas):**

Este tipo de filamento es fabricado especialmente a muy bajas pérdidas eléctricas y son empleados como un insumo que es permeable al espectro electromagnético, que influyen en sus características eléctricas significativamente, también se utiliza en superficies de circuitos impresos de mayor desempeño y la elaboración de ventanas electromagnéticas. (Bravo, 2003, pág. 20).

### **Fibra de Vidrio C:**

Esta fibra es utilizada en la fabricación de Mats de vidrio, hilos cortados, mechas o roving, tejidos de fibra, entre otros, donde estas fibras deben poseer propiedades con resistencia a la fisuración y agrietamiento, que hacen que estas fibras poseen un refuerzo apto para los insumos compuestos de matriz inorgánica. (Bravo, 2003, pág. 21).

Unas de las características de las propiedades mecánicas de los diferentes tipos de vidrio pueden ser analizadas en la Tabla No 03. (Bravo, 2003, pág. 21).

**Tabla 3: Propiedades mecánicas de los tipos de fibras de vidrio**

PROPIEDADES	FIBRA DE VIDRIO TIPO:			
	D	R	AR	E
Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	2.14	2.53	2.68	2.60
Resistencia a la Tensión (Mpa)	2500	4400	3000	3400
Modulo elástico (Gpa)	55	86	72	72
Resistencia a la Ruptura (%)	4.5	5.2	4.3	4.5

*Fuente: Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de vidrio- (HUAMAN QUISPE, 2015 pág. 36)*

### **Fibra de Vidrio AR (Resistente a Álcali):**

Esta fibra fue fabricada con la finalidad de mejorar el mortero o cementó. El gran porcentaje de óxido de zirconio brinda una mejor una resistencia para los elementos alcalinos a lo largo del secado. La combinación del cemento con incorporación de filamentos de vidrio AR da módulos que son mejores frente a la ruptura y elasticidad con mejor durabilidad. Por lo que la incorporación de esta fibra al cemento puede ser en el esfuerzo. Sus utilidades esenciales son: el reemplazo de asbesto en tejados y coberturas, componentes en la construcción y paneles de revestimiento (Bravo, 2003, pág. 20).

### **Fibra de Vidrio E (De uso comercial):**

Estas fibras tipo E se diseñaron con el fin de ser expuestas a la superficie, debido a los químicos de los alcalinos se deterioran pero también crea una mejor adherencia cuando se incorpora a morteros, pero a comparación de las demás fibras es poco comercial y presenta un elevado costo.

El uso de fibra de vidrio debido a sus características aislamiento de conductores eléctricos es decir sus cualidades dieléctricas, estos expuestos a temperaturas altas son por los compuestos de los filamentos de vidrio E.

Se ha usado con barniz o resinas pero al paso del tiempo con las investigaciones se han estado usando para refuerzos. (Bravo, 2003, pág. 19).

En estos años fue fabricada la fibra de vidrio AR, debido al óxido de circonio como un insumo incorporado en la fibra como parte de su composición y fue fabricado con la finalidad de mejora su resistencia al ser mezclado con el cemento ya que los elementos alcalinos se ven presentes a lo largo de la hidratación y el secado., la cual brinda la resistencia a los compuestos alcalinos con un módulo de elasticidad similar a la fibra tipo E y una resistencia a la tensión.

Las fibras tipo E a causa del ataque químico de los alcalinos producidas por las lluvias, se deterioran en su superficie, también favorece la interface fibra matriz al presentar una mejor adhesión a causa de una superficie microscópicamente rugosa A comparación la fibra tipo AR no está una fácil accesibilidad en el país y con su precio es más elevado. Por lo que, la singular sustancia que realmente ataca a la fibra de vidrio es el ácido fluorhídrico, el cual es muy poco inusual que entre en conexión con las FV mezcladas con concreto (Bravo, 2003, pág. 19).

## **Clasificación y Tipos de Hilados de la Fibra de Vidrio**

### **Roving o Mechas:**

Son hilos de fibra que son unidos en haces o enrollados, en el mercado se puede encontrar en ovillos o en modo de bobinas. Estas fibras de vidrio se pueden encontrar en dos tipos, los blandos y duros. Los blandos son fibras que se separan fácilmente y son mojados con mayor facilidad a comparación de las fibras de vidrio duros se impregnan con mayor facilidad. (Morales, 2008, pág. 9).

### **Mat:**

Son hilos cortados de forma discontinua y continua, entrelazados en de forma desordenada, muy aglomerados y prensado, estas constituyen un rollo de 1 a 1.5 metros de ancho, en el mercado se encuentran de 300 hasta 900 gr7 cm2. (Morales, 2008, pág. 8).

### **Tejidos:**

Son hilos que se cruzan de forma perpendicular entre sí, estos a su vez son gruesos y poseen un gran número de hilos. Se usa como insumo para el reforzamiento de la resistencia y se utiliza entre dos capas de MAT. Se utiliza un kilogramo de resina por un kilogramo de hilo tejido (Morales, 2008, pág. 9).

### **Hilos cortados:**

Son filamentos de largo de 30 cm, es comúnmente utilizado para moldear piezas así como también en refuerzos en piezas de escayola (Morales, 2008, pág. 9).

## **Usos**

El uso en la actualidad la fibra de vidrio ha sido utilizado en la industria de los plásticos junto con la combinación con resinas posee

un fraguado térmico o termo fijos, las cuales son muy resistentes y ligeros

La fibra de vidrio también utilizado en la industria de piezas de autos, carcasas de barcos, etc. También es usado para las reparaciones de automóviles.

El 90% aproximadamente de los materiales de los yates y barcos de recreación y el 40% de los hilos de pescar son fabricados con la fibra de vidrio.

La utilización adecuada de una matriz a partir de la resina, las fibras continuas y largas se pueden juntar para realizar un tapete que funcionaría como un medio entre las fibras cortas distribuidas y la tela propiamente tejida.

La fibra de vidrio es usado para disipar la electricidad y el calor térmico. Su utilización en mayores proporciones son para realizar filtros de aire y para disipar el calor y disipar el sonido.

Se ha usado para realizar repellas estructurales y también es aprovechado para el uso en el concreto reforzado o mortero como se encuentra en este trabajo de investigación.

Los motivos para la utilización de la fibra de vidrio en mi investigación son las siguientes (Irving, 2010, pág. 34-36):

- Es fácil de encontrar en el mercado.
- La fibra de vidrio tiene como propiedad aislar la temperatura.
- Inhibe el movimiento de la cantidad de agua en el mortero, en el proceso de durante y después haber sido puesto en obra, consiguiendo como resultado un mortero más homogéneo y, en consecuencia nos brinda mayor resistencia media global.

- La fibra de vidrio a consecuencia debido a la falta de regularidad en el ordenamiento de sus partículas, posee una estructura amorfa.
- La fibra de vidrio presenta una buena resistencia a la tensión.
- La fibra de vidrio a comparación de la fibra de carbono posee una resistencia a la tensión similar a esta.
- La fibra de carbono, en la actualidad es muy costosa y con dificultad de adquirir, la fibra de vidrio tiene una resistencia a tensión similar a esta y de fácil adquisición.
- Poseen resistencia a agentes ambientales y atmosféricos y no presentan alguna alteración.
- Reduce el agrietamiento del concreto, haciendo que el norte sea más adherente.
- Mayor resistencia a la tracción
- Mayor resistencia a la flexión. (HUAMAN QUISPE, 2015 págs. 39-40).

### **2.3.2. Características físicas y mecánicas del concreto con fibra de vidrio**

El concreto para el adoquín con fibra, las fibras cortas y discontinuas, están dispersas en la masa de concreto uniformemente, con orientaciones normalmente aleatorias. Los insumos de concreto incorporado con fibra (CRF) se conceptualizan como mezclas con cemento, agregados con granulometrías según norma, y la incorporación de fibras discontinuas discretas. (HUAMAN QUISPE, 2015 pág. 40).

Son fibras para el concreto, los filamentos discontinuos de acero, las naturales, las de vidrio y las fibras sintéticas que menciona el ACI 544. La Terminología para Cemento y Concreto que menciona la norma ASTM C 1116, donde conceptualiza como: "Finos filamentos y alargados en forma de haz, malla o trenza, de algún insumo natural o manufacturado que pueda ser disipado a través de una preparación de mezcla de concreto fresco (HUAMAN QUISPE, 2015 pág. 40).

El convencional concreto reforzado, en el CRF, las características mecánicas posee un carácter isótropo, independiente de la orientación y concentración del refuerzo en una singular área. Las fibras disminuyen las dimensiones pequeñas fisuras que singularmente se originan en el concreto, incrementan la resistencia a la fisuración y la dureza del material, la resistencia a tensión, así como en grado pequeño. Las ventajas esenciales del CRF son su resistencia a esfuerzos térmicos, resistencia al desgaste y astillamiento, la resistencia al impacto y su elevada propiedad de absorción de energía (HUAMAN QUISPE, 2015 pág. 41).

Las propiedades mecánicas y las propiedades físicas de un concreto dependen de las propiedades de sus grados y de la interacción química, mecánica, y física entre los materiales para el concreto, donde es conformado por la preparación cemento (partículas hidratadas), agua, aditivos, agregados y fibras (HUAMAN QUISPE, 2015 pág. 41).

#### **2.3.2.1. Características físicas**

Una de las características del concreto es la trabajabilidad, por la que preparado el mortero fresco, esta propiedad nos permite una facilidad y homogeneidad con que puede ser preparado la mezcla produciendo una mayor fluidez. (ACI 116, 1990).

##### **Homogeneidad y uniformidad.**

Una de las propiedades del concreto para poder trabajar con mayor facilidad es la homogeneidad de la preparación del mortero. En el caso de que el concreto no presenta una homogeneidad esto traerá consecuencias de cangrejas u otros problemas en la resistencia por lo que la parte de supervisión o verificación se debe prever en la preparación del mortero.

Los ensayos para analizar estas características son el Slump con la norma NTP 339.04, la norma NTP 339.046 donde menciona referente a la contenido de aire, la norma NTP 333.046 que hace referencia al peso unitario del concreto y las recomendaciones del ACI 544.2R - 89 donde menciona referente a la contracción plástica con "Informe que habla de

la medición de las propiedades de la Fibra de hormigón armado" (HUAMAN QUISPE, 2015 pág. 41).

La falta de homogeneidad de la mezcla del mortero se debe a:

- Las condiciones de descarga de la mezcla en la mezcladora
- Al momento de preparar el mortero influye la manera como se incorpora cada material para el mortero.
- El tiempo de preparación del diseño de mezcla.
- La cantidad de insumos para la elaboración en relación al equipo
- Las características y condiciones del equipo para elaboración del concreto. (HUAMAN QUISPE, 2015 pág. 42).

### **Consistencia (Cohesión y Viscosidad).**

El ACI 116 (Terminología para Cemento y Concreto, 1990) determina la consistencia del mortero recientemente preparado con su fluidez, para poder realizar el ensayo del Slump según la norma. El ensayo de Slump, es un ensayo prácticamente estático in situ en el que se toma un poco de concreto y se procede a colocar en el cono en 3 capas chuseando en cada capa, se procede a levantar el cono dejando caer el concreto.

En concreto o mortero duros no se aplica frecuentemente, este ensayo se aplica en mezclas que requieran poco esfuerzo para deformarse así como de poseer una consistencia semi plástica en adelante.

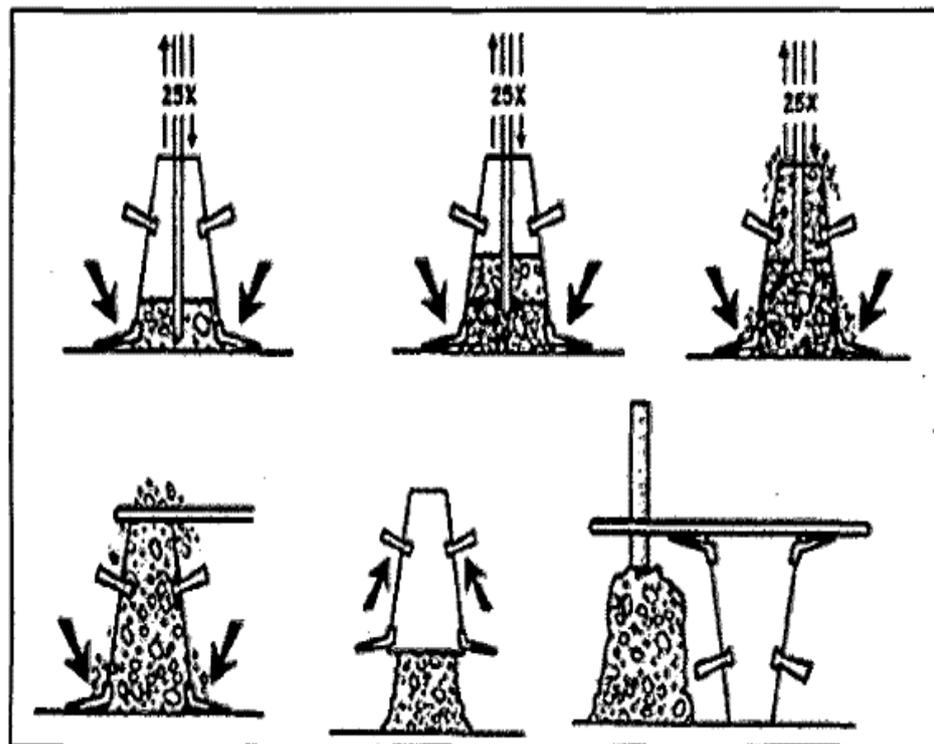
Una mezcla de concreto debe ser trabajable y debe permanecer homogénea por lo que también debe presentar una buena cohesión.

De acuerdo a las características de la estructura o propósito en la construcción, el tipo de concreto debe elaborarse debe ser diseñado de acuerdo a este, por lo que la consistencia es un aspecto importante a considerarse.

Realizada el diseño de mezcla se debe seleccionar los equipos y proceder a la colocación del concreto cumpliendo los implementos de seguridad.

El ensayo de Slump (NTP 339.035) es realizado en un molde troncocónico, donde la cantidad es de 6 litros aproximadamente. El ensayo se procedió en colocar en el molde en 3 fases con mortero, cada fase se procederá a dar 25 golpes con una varilla de 16 milímetros de diámetro y 60 cm de longitud y de punta hemisférica; y levantar el molde verticalmente con el objetivo de que el peso del concreto se cae por su propia gravedad, siendo la consistencia de la preparación de la mezcla el asentamiento del mortero. La Figura N° 01 Muestra Un Esquema De La Prueba De Revenimiento.

*Figura 1: Prueba de Revenimiento o Slump*



*Fuente:* (HUAMAN QUISPE, 2015)

#### **Estabilidad (Segregación y Sangrado).**

Se examinará que la preparación del mortero actúa como una suspensión estable, a medida que disminuya su homogeneidad en la preparación en

el lapso comprendido desde que se termine de utilizar todo el concreto de la mezcladora hasta que se llega a un fraguado, ya puesto en la estructura de la obra. En un mortero como suspensión estable, se puede considerar que puede la mezcla no llegue a ser homogénea por dos motivos.

En la homogeneidad se observan los fenómenos de sangrado y asentamiento, y el segundo motivo es la distribución de los agregados que se tomaron en la preparación del mortero, donde es llamada como la segregación del agregado grueso o la grava o (HUAMAN QUISPE, 2015 pág. 43).

### **Segregación del concreto.**

El estado de segregación es el estado contrario de la homogeneidad y suele retenerse cuando cierta cantidad de la grava se disgregue del mortero originalmente homogéneo. La dimensión máxima de la grava juega es muy significativo en el mortero, pues al incrementar su tamaño y su respectiva masa, el riesgo de que las gravas segreguen aumenta significativamente, por lo que es aún más crítico si el peso específico de la grava es mayor. (HUAMAN QUISPE, 2015 pág. 44).

### **Sangrado del concreto.**

El sangrado del concreto puede ser favorable en estructuras con grandes superficies expuestas, pues evita el re secamiento superficial del concreto ya que es posible el agrietamiento por la contracción plástica, antes de que se culminen el curado y los acabados. En el mortero es un suceso natural y se estima que un sangrado regular no resulta perjudicial al mortero si se pronuncian en forma normal. (HUAMAN QUISPE, 2015 pág. 44).

### **Compacidad.**

Por medio de vibración, para la mejor distribución de los materiales, y poder moldear bien las estructuras y para disminuir el aire atrapado en el concreto, pero no las de incorporación de aditivos de aire, incluido deliberadamente en el mortero con aditivos (ACI 116 "Terminología para Cemento y Concreto", 1990).

La compacidad, es directamente proporcional al alto peso unitario del concreto. Éste, depende a su cantidad y calidad de los insumos que se usan para realizar la preparación de la mezcla del concreto, por lo que depende también a la densidad de los insumos.

Un concreto resistente, homogéneo, compacto, denso y durable, se requerirá de:

- La utilización de una buena calidad de cemento y la aplicación de agua y cemento de acuerdo al diseño de mezcla analizado.
- La utilización de agregados poco porosos y densos.
- La utilización de aditivos que reduzcan el agua.
- Un correcto manejo y colocación del mortero
- Un correcto curado luego de la colocación y del fraguado final del concreto. (HUAMAN QUISPE, 2015 págs. 44-45).

#### **2.3.2.2. Características mecánicas**

La resistencia que adquiere un concreto, depende de la calidad de los materiales a usar, como también depende del estudio para el diseño de mezcla.

Las características mecánicas se clasifican en:

Características de corta duración:

- Porcentaje de absorción.

- Resistencia a compresión simple de probetas
- Esfuerzo de flexión.

Características de larga duración:

- Contracción por Secado.

### **Resistencia a compresión.**

Las fibras influyen significativamente en los resultados obtenidos en la prensa hidráulica de concreto.

La resistencia del concreto se mide por medio del ensayo a compresión simple de probetas, porque es analizada de la carga de presión en que el concreto presenta una mayor capacidad para resistir las fuerzas, ya que estructuralmente los componentes se diseñan con el objetivo de usar esta propiedad del mortero. La propiedad del concreto se analiza por medio de ensayos de resistencia a compresión simple donde se realizan muestras en cilindros fabricados o probetas, donde son curados durante 7, 14 o 28 días y probados según las normas NTP 339.034.

Las fibras conducen en el concreto a una mayor tenacidad (medida como el área bajo la curva esfuerzo vs deformación), por lo tanto, estas tienen la propiedad de incrementar la deformación a la carga, y nos brindan una mayor cantidad de absorción de energía en el área aplicada las cuales presentan los picos de la curva esfuerzo vs deformación. La incorporación de las fibras influye en el modo de falla de los testigos logrando que disminuya la fragilidad del concreto, obteniendo una falla tipo dúctil (HUAMAN QUISPE, 2015 pág. 46).

### **Módulo de elasticidad "E"**

Es la razón del aumento de esfuerzo y la variación respectivamente a la deformación unitaria, el módulo de elasticidad. Por lo que el módulo de elasticidad como el límite elástico, son naturalmente distintos para cada insumo.

El esfuerzo es una compresión o una tensión que es del mismo valor, siendo una constante independiente del esfuerzo siempre que no supere el máximo valor denominado límite elástico, el cual se aproxima al 40% del esfuerzo máximo

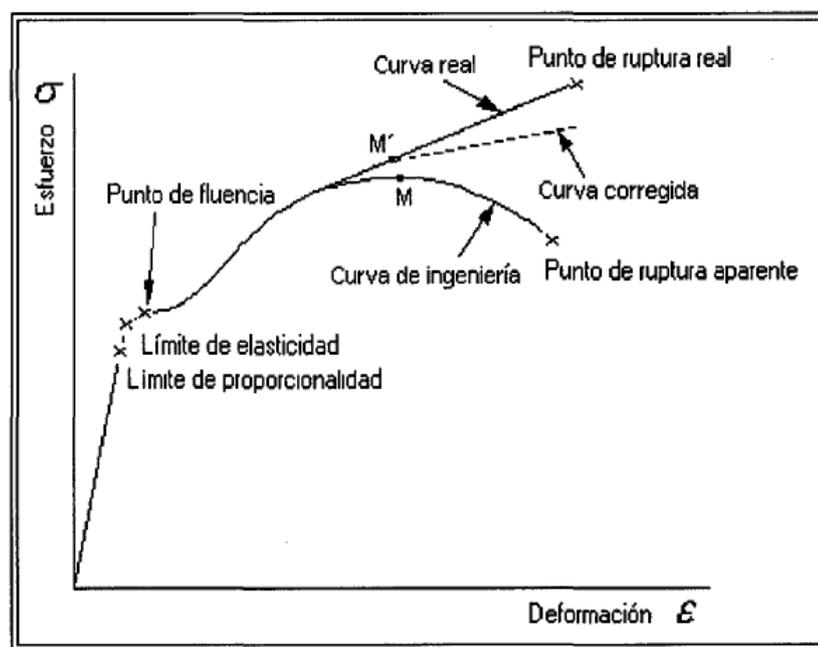
Por lo que la variación de deformación unitaria sea directamente proporcional al cambio del esfuerzo, eventualmente que no se sobrepase el límite elástico, se conoce como ley de Hooke.

El porcentaje de humedad, la relación de agua y cemento, las características de los agregados y el tiempo de curación pueden ser alterados por el módulo de elasticidad.(HUAMAN QUISPE, 2015 pág. 46).

### **Esfuerzo de flexión**

La incorporación de fibra al mortero y concreto favorece al ensayos a flexión, brindando un aporte considerable. (Dávila, 2010, pág. 11).

*Figura 2: Puntos importantes de la curva Esfuerzo vs Deformación de acuerdo con la norma ASTM C1018.*



*Fuente: Dávila, 2010.*

Los ensayos de esfuerzo a flexión son anotados en nuestras hojas de recopilación de datos, estos esfuerzos retribuyen a la máxima carga, denominado módulo de

ruptura que sería la primera grieta a flexión, por lo que corresponde a la carga donde la curva Esfuerzo - Deformación se aparte de la linealidad.

La flexión es analizada por medio de ensayos en muestras prismáticas, ensayadas mediante la carga aplicada en el eje, o 2 cargas concentradas igualmente en los tercios de la muestra. (HUAMAN QUISPE, 2015 pág. 48).

### **Resistencia al impacto.**

Poseen una elevada resistencia los concretos que están incorporados con fibras y en general a esfuerzos dinámicos de compresión y tensión.

Después de realizar el ensayo, el impacto hacia la muestra, ocurre que la muestra no se desintegra, sino que las fibras de vidrio inducen a la unión de los elementos, evitando futuros problemas por derrumbe de aquellos, conservando la integración de la pieza.

La alta resistencia del concreto reforzado con fibra tiene una gran capacidad de absorción de energía. En consecuencia, hay que consumir mayor cantidad de trabajo para quitar las fibras del seno de la matriz del mortero, y además la longitud de las fibras pueden ser proporcionalmente mayores, por lo que la energía consumida aumenta notablemente (Dávila, 2010, pág. 11).

### **Contracción por secado.**

El concreto tiene una propiedad que sufre una contracción por el secado formándose fisuras, por lo que para afrontar el problema de las fisuras se implementó el concreto reforzado haciendo el uso del acero.

Existen dos motivos por los cuales el concreto presenta agrietamientos, la primera es por las fuerzas aplicadas y la otra debido al fraguado o variaciones de temperatura en condiciones de restricción. Las limitaciones pueden ser inducidas por motivos distintos. La contracción por disminución de humedad es mayor en la parte superior del concreto; las secciones húmedas interiores inhiben al concreto en las cercanías de la superficie, por lo que puede suscitar agrietamientos.

Las juntas es un proceso en las construcciones controlar las fisuras y grietas. Si en una superficie de las estructuras de concreto con dimensiones mayores no se realizan juntas de contracción, el concreto se agrieta de manera aleatoria. (HUAMAN QUISPE, 2015 págs. 48-49).

Los factores que producen el agrietamiento son:

- **Agua:** la influencia de grandes cantidades de agua aumenta los agrietamientos y a su vez disminuye su resistencia.
- **Cemento:** el cemento debe ser de buena calidad y en un buen estado, la utilización de cemento con grumos genera agrietamientos.
- **Agregados:** los agregados no deben ser muy grandes, así como también la granulometría y la forma pueden provocar agrietamientos.
  
- **Aditivos:** Los aditivos que reducen la cantidad de agua reducen la contracción por secado, los aditivos retardantes incrementan la deformabilidad del mortero en estado plástico reduciendo el agrietamiento y los aditivos acelerantes, por lo normal, incrementan la contracción, aumenta la resistencia y el flujo plástico, no siempre causan agrietamiento.
- **Sangrado:** cuando el concreto va fraguando las partículas más grandes se asientan en la parte inferior y en la superficie se forma un apasta blanda, por lo que es una zona propensa a grietas y a disminuir su resistencia.
- **Temperatura:** La temperatura del ambiente natural influye en el fraguado y secado del mortero en estado fresco; como también, establece la longitud base en las primeras horas, donde el mortero presenta una cierta rigidez. Por esta longitud base, las variaciones de temperatura producen modificaciones volumétricas y, como consecuencia presenta agrietamientos. Por lo que el clima es un factor que se tiene en consideración para realizar el diseño de mezcla y trabaja con un Slump de acuerdo a la temperatura.
- **Curado:** Si la evaporación es mayor a la del sangrado, la parte superior del concreto sufre contracción, por lo que ésta se restringe por la capa

inferior y presentan fisuras y grietas por contracción plástica, por lo que este tipo de fallas es muy común (HUAMAN QUISPE, 2015 págs. 49-50)

## **2.4.HIPÓTESIS**

### **2.4.1.Hipótesis general**

Las características físicas-mecánicas del adoquín con fibra de vidrio se incrementarán para la optimización en pavimentos de alto tránsito.

### **2.4.2.Hipótesis específica**

- El adoquín con fibra de vidrio mejorará las características a la resistencia a la compresión, flexión y absorción del adoquín con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito.
- El diseño de mezcla en diferentes proporciones determinará el adoquín óptimo para pavimentos de alto tránsito.
- Las características físicas-mecánicas respecto al costo producen efectos significativos para el adoquín con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito.

## **2.5.VARIABLES**

Características físicas mecánicas del adoquín con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito.

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

Características físicas mecánicas del adoquín con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito.

#### **Variable X:**

Características físicas y Mecánicas

#### **Variable Y:**

Adoquín con fibra de vidrio.

### **Variable X:**

#### **Características físicas y Mecánicas**

Las características físicas y mecánicas se refieren a la dosificación de materiales, ensayos de resistencia a la compresión, flexión, absorción y al costo.

### **Variable Y:**

#### **Adoquín con fibra de vidrio.**

El adoquín con de fibra de vidrio nos dejara incrementar la resistencia del adoquín tanto en la absorción, compresión y flexión para poder así obtener un nuevo diseño de concreto que resulte más resistente y económico al uso de tránsito vehicular.

El pavimento rígido y el pavimento flexible es muy usado en los pavimentos para uso vehicular de alto tránsito (vías urbanas, playas de estacionamiento, cocheras, etc.}. En la actualidad en planteamiento de expedientes y ejecución de obras en los presupuestos se viene considerando el pavimento rígido donde generan un mayor costo de insumos, equipos y mano de obra, así como también en su mantenimiento, en caso del pavimento flexible tiende a deteriorarse por el factor de lluvias y su mantenimiento es muy costoso.

### **2.5.2. Operacionalización de las variables**

*Tabla 4: Operacionalización de las variables*

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADOR</b>
<b>Variable Dependiente (X):</b> Características físicas y Mecánicas	Estas características se evidencian ante estímulos como el agua, el calor o la aplicación de fuerzas a un material.	Diseño del adoquín con fibra de vidrio	Dosificación (FV-AG-C-A)
		Propiedades estructurales	Resistencia a la compresión
			Flexión
			Absorción
		Dimensiones	

	<p>Describen características como su resistencia y comportamiento óptico, vale saber que, por lo general, no se alteran por otras fuerzas que actúan sobre el material.</p>	<p>Especificaciones técnicas</p>	<p>Peso</p>
		<p>Costo</p>	<p>Soles</p>
<p><b>Variable Independiente (Y):</b> Adoquín con fibra de vidrio.</p>	<p>El adoquín con incorporación de la fibra de vidrio permitirá incrementar las características mecánicas del adoquín tanto a la flexión, compresión y absorción para poder así obtener un nuevo diseño para la preparación del concreto que sea más resistente y económico al uso de tránsito vehicular.</p>	<p>Características</p>	<p>Físicas</p>
			<p>Mecánicas</p>

*Fuente: Elaboración Propia, 2022*

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

El método de investigación que se aplicó es científico, debido a que se analizaron por un proceso de pasos ordenados y sistematizados, el análisis y la interpretación de los datos obtenidos de los hechos y sucesos de forma secuencial y metódica, por lo que se efectúa con la comprobación de la hipótesis, analizando las variables para generar nuevos criterios y argumentos, donde se pasaron a describir cada uno de éstos.

#### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Ya que se analizaron las muestras de los adoquines según los parámetros de la norma existente, teorías existentes se manejaron datos es cualitativa y cuantitativa porque se basan en la descripción de las características físicas- mecánicas y cálculos por los ensayos. El tipo de investigación es aplicada.

#### **3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

Ya que se busca describir las características físicas - mecánicas del adoquín con fibra de vidrio para demostrar su uso en pavimentos de alto tránsito. La investigación de la presente tesis es de **carácter descriptivo**.

#### **3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El diseño en la presente investigación es de diseño experimental ya que se va aplicar en una variable, ya que se desarrollarán en un laboratorio para obtener características físicas - mecánicas del adoquín con fibra de vidrio.

#### **3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA**

##### **Población**

El adoquín con fibra de vidrio viene a ser la población.

## **Muestra**

La muestra en la presente investigación es probabilística no aleatoria, donde se emplearan diferentes dosificaciones de la fibra de vidrio, las cuales se desarrollarán:

Para el análisis y la resistencia a la compresión se elaboraron 9 adoquines con fibra de vidrio, donde se incorporó 0.12%, 0.24%,0.36% de fibra de vidrio proporcionalmente a la cantidad de cemento, 3 muestras de cada uno siendo un total de 9 muestras para dicho ensayo.

Para el análisis del ensayo a la resistencia a flexión se elaboró 9 adoquines con fibra de vidrio, donde se incorporó 0.12%, 0.24%,0.36% de fibra de vidrio proporcionalmente a la cantidad de cemento, 3 muestras de cada uno siendo un total de 9 muestras para dicho ensayo.

Para el análisis del ensayo de absorción se elaboró 9 adoquines con fibra de vidrio, donde se incorporó 0.12%, 0.24%,0.36% de fibra de vidrio proporcionalmente a la cantidad de cemento, 3 muestras de cada uno siendo un total de 9 muestras para dicho ensayo.

La cantidad de muestras que se elaboró según la NTP 399.604, donde nos menciona que se debe realizar el ensayo a 3 unidades para la resistencia a compresión, absorción y flexión. Por lo tanto, las muestras se evaluarán de acuerdo a la norma, siendo un total de 27 adoquines con fibra de vidrio.

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

Para la investigación se recurrió a la observación para recabar la información sobre las características mecánicas y las características físicas del adoquín con fibra de vidrio, para luego describir cada adoquín con fibra de vidrio, realizando una descripción de las características físicas y mecánicas así como las dimensiones, pesos y ensayos en laboratorio.

El ensayo se realizó en un laboratorio de concreto, con el objetivo de analizar las características físicas y mecánicas del adoquín, se realizaron los siguientes ensayos a compresión y resistencia a flexión.

El instrumento de recolección de datos que se utilizó en la investigación es por medio de fichas de evaluación, mediante un cuestionario cerrado de las muestras elaboradas y sus respectivos ensayos, se tomó la descripción y los datos obtenidos de los ensayos de las características físicas y mecánicas del adoquín con fibra de vidrio.

### **3.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

El desarrollo de la investigación se realizó mediante los instrumentos de medición, se usó básicamente un análisis para el procesamiento y cálculo de los datos que fueron resultados en laboratorio de concreto de la elaboración de adoquines con diferentes cantidades de fibra de vidrio.

Se usó el programa Microsoft Excel.

Para el análisis de las características físicas y mecánicas del adoquín con fibra de vidrio, se realizó las pruebas o ensayos en el laboratorio de suelos, concreto asfalto KLAFER SAC.

El procesamiento de información de los certificados de los ensayos realizados, para poder interpretarlos y comparar por medio de cuadros estadísticos (circulares, de barras, etc.) o tablas. Los cuales nos sirvió para estructurar la información y así responder a la problemática de la investigación, donde se realizó el uso de anotaciones realizadas en el programa de Excel.

### **3.8. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **FASES DE PLANTEAMIENTO Y ORGANIZACIÓN**

- Se procedió a recabar información bibliográfica, análisis de las normas para la fabricación de adoquines.
- Se seleccionó la recopilación de información y validación de instrumentos de recolección de datos.
- Preliminar al trabajo en campo se diseñó, perfecciono los instrumentos a utilizar para recopilar la información de los ensayos hechos.

## FASES DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Procedimiento de los ensayos,

- Se procedió a realizar nuestro diseño de adoquín con fibra de vidrio de acuerdo a la norma NTP 400.012 y la NTP 399.611.

- **ANÁLISIS GRANULOMETRICO, según la norma NTP 400.012, 2001**

### MATERIALES

- AGREGADO GRUESO: CANTERA CACHİYACU-TARMA
- JUEGO DE TAMICES:

3/4"
1/2"
3/8"
4
8
16
30
50
100
200

- HORNO A 110 °C +- 5 °C
- PALAS
- TARA
- BALANZA CON PRECISIÓN A 1g

### PROCEDIMIENTO

- Se tomó 5000 g de la muestra de acuerdo al tamaño máximo nominal que nos proporciona la NTP 400.012, 2001 y la NTE. E 060 Concreto Armado.

**Tabla 5: Cantidad de Agregados**

las partículas más grandes mm(pulg)	aproximado de la porción Kg(lb)
9,5(3/8")	1(2)
19,0(3/4")	5(11)
25,0(1")	10(22)
37,5(1 1/2")	15(33)
50,0(2")	20(44)
75,0(3")	60(130)

**Fuente: NTP 400.012, 2001.**

- Se secó la muestra en el horno por 15 horas, para luego proceder a enfriar a temperatura ambiente.
- Todo el material se pasó por los tamices, se realiza los movimientos de rotación.
- Se procedió a pesar las fracciones retenidas en cada tamiz.
- Se tomaron todos los pesos retenidos en los tamices en una ficha y se procesó los datos.

## **DATOS OBTENIDOS Y CÁLCULO**

**Tabla 6: Análisis De La Arena Gruesa**

<b><u>ANÁLISIS DE AGREGADO FINO (arena gruesa):</u></b>	
Peso Especifico	2.86 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Natural	4.18 %
% Absorción	1.21 %
Peso Volumétrico Suelto	1639 kg/m <sup>3</sup>
Peso Volumétrico Compactado	1693 kg/m <sup>3</sup>

**Fuente: Elaboración Propia**

**Tabla 7: Análisis Granulométrico De La Arena Gruesa**

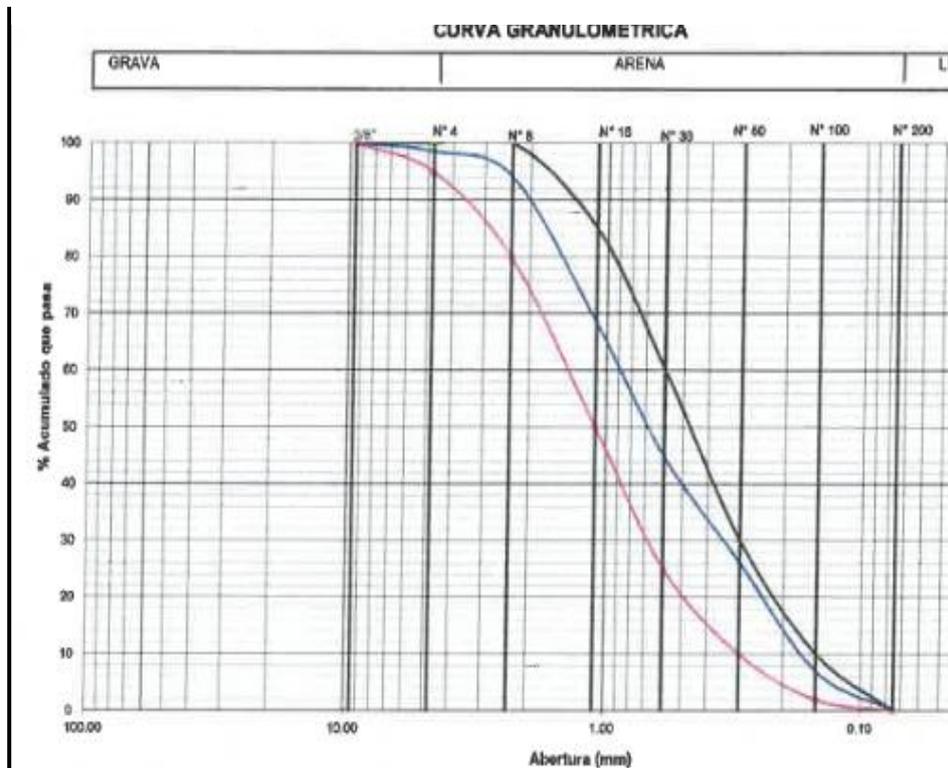
Peso Muestra            500.00 grms.

TAMIZ	ABERTURA	PESO	%	%	%	LIMITES	
		RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO	INFERIOR	SUPERIOR
3/8"	9.500	0.00	0.00	100.00	0.00	100	100
4	4.760	6.97	1.39	98.61	1.39	95	100
8	2.360	22.18	4.44	94.17	5.83	80	100
16	1.100	128.23	25.65	68.52	31.48	50	85
30	0.590	118.76	23.75	44.77	55.23	25	60
50	0.297	93.12	18.62	26.15	73.85	10	30
100	0.149	95.65	19.13	7.02	92.98	2	10
200	0.075	34.65	6.93	0.09	99.91	0	0
FONDO		0.44	0.09	0.00	100.00		
		499.56					

Modulo Fineza            2.61

*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 3: Curva Granulométrica De La Arena Gruesa**



*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 8: Análisis De la Piedra Chancada**

<b><u>ANALISIS DE AGREGADO GRUESO</u></b>	
Peso Especifico	2.77 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Natural	3.55 %
% Absorción	0.96 %
Peso Volumétrico Suelto	1398 kg/m <sup>3</sup>
Peso Volumétrico Compactado	1451 kg/m <sup>3</sup>

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 9: Análisis Granulométrico De la Piedra Chancada**

**ANALISIS GRANULOMETRICO COMO SIGUE:**

Peso Muestra                      5000.00 grms.

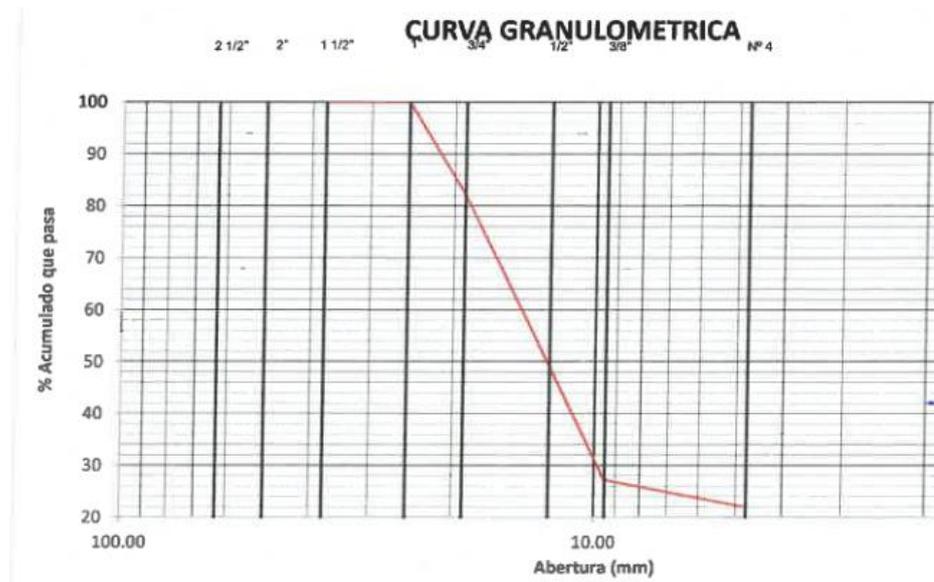
TAMIZ	TAMIZ	PESO	%	%	%
		RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	100.00	0.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00	0.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00	0.00
1 "	25.00	0.00	0.00	100.00	0.00
3/4"	19.00	897.00	17.94	82.06	17.94
1/2"	12.50	1652.00	33.04	49.02	50.98
3/8"	9.50	1089.00	21.78	27.24	72.76
4	4.76	265.00	5.30	21.94	78.06
	FONDO	1097.00	21.94	0.00	100.00

5000.00

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL                      1/2"                      Modulo Fineza                      7.20

*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 4: Curva Granulométrica De la Piedra Chancada**



*Fuente: Elaboración Propia*

- **CONTENIDO DE HUMEDAD, según la NTP 339.185, 2013 y ASTM D-2216.**

#### **MATERIALES**

- MATERIAL DE CANTERA
- 02 TARAS
- HORNO A 110 °C +- 5 °C
- BALANZA CON PRECISIÓN DE 1g

#### **PROCEDIMIENTO**

- Se calculó el contenido de agua con 76.62 g del agregado grueso y 78.49 g del agregado fino en taras separadas.
- Se secó la muestra en el horno por 15 horas, para luego proceder a enfriar a temperatura ambiente.
- Se pesó las muestras.
- Se calculó el contenido de humedad de acuerdo a la formula.

$$W\% = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco}} * 100 = \frac{W_h}{W_s} * 100$$

## DATOS OBTENIDOS Y CÁLCULO

**Tabla 10: Contenido De Humedad De La Arena Gruesa**

### III. HUMEDAD

1	Peso de la Tara	gr	25.29
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	103.78
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	100.63
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr	3.15
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	75.34
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%	4.18

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 11: Contenido De Humedad De La Piedra Chancada**

*Fuente: Elaboración Propia*

### III. HUMEDAD

1	Peso de la Tara	gr	25.87
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	102.49
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	99.86
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr	2.63
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	73.99
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%	3.55

## ○ PESO UNITARIO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)

### MATERIALES

- CILINDRO DE METAL, espesor de 0.01 pulgada.
- BARRA REDONDA DE 5/8 PULGADAS DE 60 cm de LONGITUD
- PALA DE MANO
- BALANZA CON PRESICIÓN +- 0.5 g

## PROCEDIMIENTO

- Se tomó muestras tanto de la piedra chancada y arena en bandejas separadas.
- Se pesó la muestra más la bandeja y con una cucharón a una altura de 50 mm se dejó caer el agregado en el recipiente.
- Se procedió a enrasar para nivelar la superficie del recipiente.
- Se pesó el recipiente enrasado.
- Luego se colocó la muestra en un balde de metal se colocó en un gancho para después sumergirla totalmente.
- Finalmente se anotó el peso sumergido de la muestra.

NOTA: En el caso de la piedra chancada se procedió a llenar el recipiente en 3 capas, cada capa se compacto con 25 golpes cada capa que se distribuyó de manera uniforme.

**Tabla 12: Peso Unitario De La Piedra Chancada**

### PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)

I. PESO UNITARIO SUELTO			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	11485	11520	11642
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	4419	4454	4576
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1429	1440	1480
6	P.U.S.Seco	kg/m3	1378	1389	1427
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3	1398		

II. PESO UNITARIO COMPACTO			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	11629	11732	11798
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	4563	4666	4732
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1476	1509	1530
6	P.U.S.Seco	kg/m3	1423	1455	1476
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3	1451		

**Fuente: Elaboración Propia**

**Tabla 13: Peso Unitario De La Arena Gruesa**

**PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)**

I. PESO UNITARIO SUELTO			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	12298	12312	12453
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	5232	5246	5387
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1692	1696	1742
6	P.U.S.Seco	kg/m3	1621	1625	1669
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3	1639		

II. PESO UNITARIO COMPACTO			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	12418	12548	12624
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	5352	5482	5558
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1731	1773	1797
6	P.U.S.Seco	kg/m3	1658	1699	1722
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3	1693		

**Fuente: Elaboración Propia**

- **PESO ESPECIFICO DE AGREGADO (N.T.P. 400.021 ASTM C-127 y ASTM C-128)**

**MATERIALES**

- MUESTRA DE CANTERA
- AGUA
- BALANZA
- 02 TARAS
- 01 BALDE

**PROCEDIMIENTO**

- Se pesó las taras.
- Se pesó la muestra más la tara respectivamente de la piedra chancada y la arena.
- Se colocó la muestra en un balde y se colocó en un gancho para después sumergirla en un balde de agua.

- Luego se anotó el peso sumergido de la muestra respectivamente de cada muestra.

## DATOS OBTENIDOS Y CÁLCULO

**Tabla 14: Peso Específico De La Arena Gruesa**

### PESO ESPECIFICO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)

I. DATOS			
1	Peso de la Arena S.S.S.	gr	500.00
2	Peso del Balón Seco	gr	167.00
3	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón	gr	667.00
4	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	993.00
5	Peso del Agua	gr	327.00
6	Peso de la Tara	gr	213.00
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr	707.00
8	Peso de la Arena Seca	gr	494.00
9	Volumen del Balón	cm3	500.00
II. RESULTADOS			
10	Peso Especifico de Masa	gr/cm3	2.86
11	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr/cm3	2.89
12	Peso Especifico Aparente	gr/cm3	2.96
13	Porcentaje de Absorción	%	1.21

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 15: Peso Específico De La Piedra Chancada**

### PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.021 ASTM C-127)

I. DATOS			
1	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca	gr	3258
2	Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	621
3	Peso de la Muestra Saturada + Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	2716
4	Peso de la Muestra Saturada dentro del Agua	gr	2095
5	Peso de la Tara	gr	235
6	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	3462
7	Peso de la Muestra Seca	gr	3227
II. RESULTADOS			
8	Peso Especifico de Masa	gr/cm3	2.77
9	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr/cm3	2.80
10	Peso Especifico Aparente	gr/cm3	2.85
11	Porcentaje de Absorción	%	0.96

*Fuente: Elaboración Propia*

### ○ DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 360 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 16: Datos Resumen de propiedades de los materiales**

PROPIEDADES	PE	PUC	PUS	%AB	%W	MF
CEMENTO	3.15					
AGREGADO FINO	2.86	1693	1639	1.21	4.18	2.61
AGREGADO GRUESO	2.77	1451	1398	0.96	3.55	7.20

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 17: Asentamientos Recomendados Para Varios Tipos De Estructuras**

TIPO DE ESTRUCTURA	Asentamiento En Pulgadas	
	Máximo <sup>+</sup>	Mínimo
Zapatas y muros de cimentaciones reforzadas	3	1
Cimentaciones simples, cajas y subestructuras de muros	3	1
vigas y muros	4	1
columnas de edificios	4	1
Losas y pavimentos	3	1
concreto ciclópeo	2	1

*Fuente: ACI 2011*

**TMN = 1/2"**

**Slump = 3"**

**F'c = 360**

**F'cr = 554**

**Tabla 18: Requisitos De Agua De Mezclado En Función De D<sub>n</sub> máx. Y El Asentamiento En Pulgadas**

ASENTAMIENTO	AGUA EN KG/CM <sup>3</sup> DE CONCRETO PARA LOS TAMAÑOS NOMINAL MAXIMOS DEL AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIA INDICADAS							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
<b>CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO</b>								
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	145	125
3" a 4"	225	215	200	195	175	170	160	140
6" a 7"	240	230	210	202	185	180	170	....
Cont. De aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<b>CONCRETO CON AIRE INCORPORADO</b>								
1" a 2"	181	175	165	160	145	140	135	120
3" a 4"	200	190	180	175	160	155	150	135
6" a 7"	215	205	190	185	170	165	160	....
Promedio recomendable para el contenido total de aire atrapado (%)	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

*Fuente: ACI 2011*

**Tabla 19: Relación (a/c) y la Resistencia (f'cr)**

RELACIÓN (a/c) Y LA RESISTENCIA ( f 'cr )		
f'cr	AIRE INCORPORADO	
	SIN	CON
150	0.80	0.71
200	0.70	0.60
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-
500	0.34	-
550	0.31	-
600	0.28	-

*Fuente: ACI 2011*

### Relación de agua y cemento

f'cr			
550	0.31		
554	X	0.31	
600	0.28		
	<b>a/c = 0.31</b>		

### Agua

**207.50 Litros**

2.00	200		
3.00	X	207.50	Litros
4.00	215		

### Cantidad de cemento

**674.58 kg**

**15.87 bls**

### Aporte Del Agregado Grueso

volumen AG **0.57**  
 peso AG **827.07 kg**

### Volúmenes Absolutos

CEMENTO	0.214	m3
AGUA	0.208	m3
AIRE	0.025	m3
VOLUMEN AG	0.299	m3
	<hr/>	
	0.746	m3
VOLUMEN AF	0.254	m3

### Peso Del Agregado Fino

peso AF	726.44	kg
---------	--------	----

### Presentación En Seco

CEMENTO	674.58	kg
AF	726.44	kg
AG	827.07	kg
AGUA	207.50	Litros

### Corrección Por Humedad

AF	756.81	kg
AG	856.43	kg

### Aporte De Agua

AF	21.58	Litros
AG	21.42	Litros
	<hr/>	
	43.00	

### Agua Efectiva

AE	164.50	Litros
----	--------	--------

**Proporción en Peso (kg)**

CEMENTO	AF	AG	AGUA
<b>674.58</b>	<b>756.81</b>	<b>856.43</b>	<b>164.50</b>

**Proporción en Volumen (pie 3)**

CEMENTO	AF	AG	AGUA
<b>674.58</b>	<b>15.65</b>	<b>20.90</b>	<b>164.50</b>

*Tabla 20: Resumen de diseño de mezcla  $f'c = 360 \text{ kg/cm}^2$*

MATERIALES	Proporción en peso (kg)	Volumen en peso seco (Pie 3)	Fibra de vidrio 0.12% (kg)	Fibra de vidrio 0.24% (kg)	Fibra de vidrio 0.36% (kg)
CEMENTO	1	1	1.000	1.000	1.000
AGREGADO FINO	1.12	0.99	1.121	1.120	1.118
AGREGADO GRUESO	1.27	1.32	1.270	1.317	1.270
AGUA	0.24	10.37	0.244	0.244	0.244
FIBRA DE VIDRIO			0.0012	0.0024	0.0036

*Fuente: Elaboración Propia*

○ **FABRICACIÓN DE LOS ADOQUINES CON FIBRA DE VIDRIO**

**MATERIALES**

- DISEÑO DE MEZCLA
- MOLDE DE ADOQUIN DE 25 cm x 12.5 cm x 10 cm
- CUCHARON
- VARILLA LISA
- CEMENTO PORTALAND TIPO I
- FIBRA DE VIDRIO
- AGUA

- PIEDRA CHANCADA
- ARENA GRUESA
- BALANZA DE PRESICIÓN DE 1 g
- CANTONERA
- COMBO DE GOMA
- PLANCHA

### PROCEDIMIENTO

- Se realizó el cálculo correspondiente para la utilización de fibra de vidrio, cemento, piedra chancada, arena gruesa, agua, para 9 adoquines con fibra de vidrio.

**Tabla 21: Dosificación Del Adoquín Con Fibra De Vidrio**

MATERIALES	Adoquín con Fibra de vidrio 0.12% (kg)	Adoquín con Fibra de vidrio 0.24% (kg)	Adoquín con Fibra de vidrio 0.36% (kg)
CEMENTO	18.000	18.000	18.000
AGREGADO FINO	20.173	20.151	20.129
AGREGADO GRUESO	22.852	23.700	22.852
AGUA	4.389	4.389	4.389
FIBRA DE VIDRIO	0.022	0.043	0.065

**Fuente: Elaboración Propia**

- Se vertió los materiales y realizo la mezcla hasta llegar a homogenizar.
- Luego se vertió la mezcla a los moldes por 02 capas, se chuseo en ambas capas 25 veces y se dio 10 golpes.
- Se enrazo el exceso de mezcla con la varilla.
- Se usó una plancha para dejar la superficie lisa

- Cumpliendo el proceso de fraguado después de una hora se le paso con una brocha para generar una superficie rugosa.
  - Pasando 4 horas se procedió a desmoldar.
  - Se tomó los datos de las dimensiones y el peso para luego realizar el curado.
  - CURADO: Luego de desmoldar se esperó 24 h para colocar en una poza de agua.
  - Se repitió el proceso para las otras dos dosificaciones.
- **ENSAYO DE ABSORCIÓN, SEGÚN la NTP 399. 611**

### **MATERIALES**

- 03 UNIDADES DE ADOQUINES CON FIBRA DE VIDRIO AL 0.12%
- 03 UNIDADES DE ADOQUINES CON FIBRA DE VIDRIO AL 0.24%
- 03 UNIDADES DE ADOQUINES CON FIBRA DE VIDRIO AL 0.36%
- BALANZA
- RECIPIENTE DE AGUA
- HORNO DE 110°C A 115°C

### **PROCEDIMIENTO**

- Se sumergió los adoquines con fibra de vidrio en un recipiente lleno de agua durante 24h a una temperatura de 15 °C -30° C.
- Posteriormente transcurrido el tiempo se retiró las muestras secando con u paño y se procedió a pesar el adoquín con fibra de vidrio saturado.
- Se secó los adoquines entre 110 °C Y 115 °C por 24 horas y se pesó luego de enfriarlos.

## CÁLCULO

$$A (\%) = \left( \frac{W_s - W_d}{W_d} \right) * 100$$

**Donde:**

**Ws: Peso saturado del adoquín con fibra de vidrio**

**Wd: Peso seco del adoquín con fibra de vidrio**

- **ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, según la NTP 399. 611**

## MATERIALES

- 03 UNIDADES DE ADOQUINES CON FIBRA DE VIDRIO AL 0.12%
- 03 UNIDADES DE ADOQUINES CON FIBRA DE VIDRIO AL 0.24%
- 03 UNIDADES DE ADOQUINES CON FIBRA DE VIDRIO AL 0.36%
- MAQUINA A COMPRESIÓN TRIAXIAL

## PROCEDIMIENTO

- Se ensayó las muestras con el centroide
- Se unió la carga hasta la mitad de la máxima prevista a cualquier velocidad proveniente, después se ajustó los controles de la máquina para dar un recorrido uniforme del cabezal móvil.

## CÁLCULO

$$\sigma = \frac{P_{\text{máx}}}{A}$$

Siendo:

$\sigma$  = La resistencia a la compresión.

P = La carga de rotura

A = Área bruta de la sección

- **ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**, según la NTP 399. 124

### MATERIALES

- 03 UNIDADES DE ADOQUINES CON FIBRA DE VIDRIO AL 0.12%
- 03 UNIDADES DE ADOQUINES CON FIBRA DE VIDRIO AL 0.24%
- 03 UNIDADES DE ADOQUINES CON FIBRA DE VIDRIO AL 0.36%
- MAQUINA PARA ENSAYO DE FLEXIÓN

### PROCEDIMIENTO

- Se colocaron las muestras de adoquines con fibra de vidrio en la máquina de ensayo a flexión.
- Se aplicaron las cargas gradualmente, registrando los valores de deformación y cargas hasta la rotura

## CÁLCULO

$$S = \frac{3 * W * L}{2 * b * h^2}$$

**Siendo:**

S=módulo de rotura del espécimen en el plano de falla (kgf/cm<sup>2</sup>)

W=carga máxima aplicada en (kgf)

L= distancia entre apoyos

b=ancho promedio de la unidad en la sección de rotura (cm)

h= altura promedio de la unidad en la sección de rotura (cm)

## FASES DE ANALISIS Y PROCEDIMIENTO EN GABINETE

Se procesó los datos, ya realizados los ensayos para realizar la elaboración del informe de investigación para luego ordenar los datos para la preparación de la sustentación.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

Realizados los ensayos en el laboratorio a las muestras de los adoquines con fibra de vidrio en diferentes proporciones de 0.12%, 0.24% y 0.36% se obtuvieron los siguientes resultados.

#### 4.1. RESULTADO GENERAL

Las características físicas-mecánicas del adoquín con fibra de vidrio se incrementan para la optimización en pavimentos de alto tránsito.

Las dimensiones de los adoquines con fibra de vidrio en 0.12%, 0.24% y 0.36% no vario en más de 1 mm por lo que la dimensión de nuestro adoquín con fibra de vidrio es 25.00 cm x 12.25 cm x 10.00 cm en un promedio.

#### 4.2. RESULTADOS ESPECÍFICOS

Los porcentajes para la dosificación de materiales para la elaboración de adoquines con fibra de vidrio se realizaron el diseño de mezcla en la empresa KLAFER SAC.

- **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, según la norma NTP 400.012, 2001**

El material para la determinación de la granulometría es proveniente de la cantera de Cachiyacu- Tarma correspondiente a la arena gruesa, y la piedra chancada proviene de la cantera de Huasahuasi.

#### DATOS OBTENIDOS Y CÁLCULO

*Tabla N°06: Análisis De La Arena Gruesa*

<b>ANÁLISIS DE AGREGADO FINO (arena gruesa):</b>	
Peso Especifico	2.86 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Natural	4.18 %
% Absorción	1.21 %
Peso Volumétrico Suelto	1639 kg/m <sup>3</sup>
Peso Volumétrico Compactado	1693 kg/m <sup>3</sup>

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla N°07: Análisis Granulométrico De La Arena Gruesa**

**ANÁLISIS GRANULOMETRICO COMO SIGUE:**

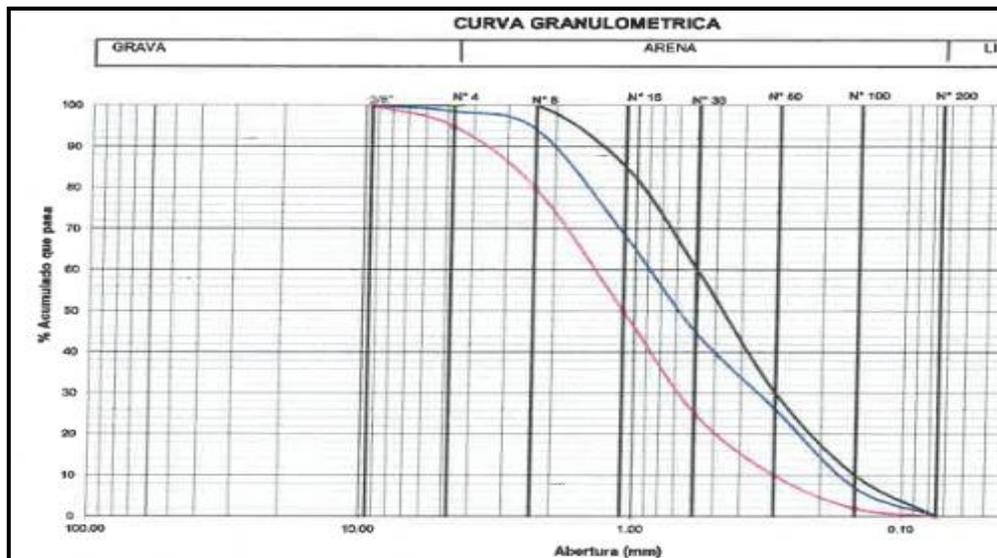
Peso Muestra 500.00 grms.

TAMIZ	ABERTURA	PESO	%	%	%	LIMITES	
		RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO	INFERIOR	SUPERIOR
3/8"	9.500	0.00	0.00	100.00	0.00	100	100
4	4.760	6.97	1.39	98.61	1.39	95	100
8	2.360	22.18	4.44	94.17	5.83	80	100
16	1.100	128.23	25.65	68.52	31.48	50	85
30	0.590	118.76	23.75	44.77	55.23	25	60
50	0.297	93.12	18.62	26.15	73.85	10	30
100	0.149	95.65	19.13	7.02	92.98	2	10
200	0.075	34.65	6.93	0.09	99.91	0	0
FONDO		0.44	0.09	0.00	100.00		
		499.56					

Modulo Fineza 2.61

*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura N°03: Curva Granulométrica De La Arena Gruesa**



*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla N°08: Análisis De la Piedra Chancada**

<b>ANÁLISIS DE AGREGADO GRUESO</b>	
Peso Especifico	2.77 gr/cm3
Humedad Natural	3.55 %
% Absorción	0.96 %
Peso Volumétrico Suelto	1398 kg/m3
Peso Volumétrico Compactado	1451 kg/m3

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla N°09: Análisis Granulométrico De la Piedra Chancada**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO COMO SIGUE:**

Peso Muestra 5000.00 grms.

TAMIZ	TAMIZ	PESO	%	%	%
		RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	100.00	0.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00	0.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00	0.00
1 "	25.00	0.00	0.00	100.00	0.00
3/4"	19.00	897.00	17.94	82.06	17.94
1/2"	12.50	1652.00	33.04	49.02	50.98
3/8"	9.50	1089.00	21.78	27.24	72.76
4	4.76	265.00	5.30	21.94	78.06
	FONDO	1097.00	21.94	0.00	100.00

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL

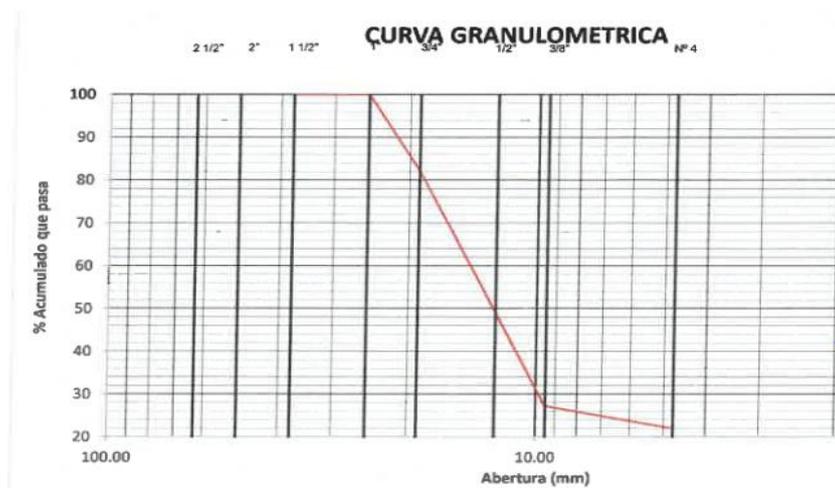
1/2"

Modulo Fineza

7.20

**Fuente: Elaboración Propia**

**Figura N°04: Curva Granulométrica De la Piedra Chancada**



**Fuente: Elaboración Propia**

El análisis de la curva granulométrica proveniente de la cantera de Cachiyacu- Tarma correspondiente a la arena gruesa, cumple de acuerdo a la norma NTP 400.012, con módulo de fineza de 2.61 que van de acuerdo a los parámetros según la norma.

- **CONTENIDO DE HUMEDAD, según la NTP 339.185, 2013 y ASTM D-2216.**

**Tabla N° 10 Contenido De Humedad De La Arena Gruesa**

III. HUMEDAD			
1	Peso de la Tara	gr	25.29
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	103.78
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	100.63
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr	3.15
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	75.34
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%	4.18

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla N°11: Contenido De Humedad De La Piedra Chancada**

III. HUMEDAD			
1	Peso de la Tara	gr	25.87
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	102.49
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	99.86
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr	2.63
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	73.99
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%	3.55

*Fuente: Elaboración Propia*

Realizado el ensayo según la norma NTP 339.185,2013 de contenido de humedad nos da como resultado 4.18% contenido de humedad de la arena gruesa y de la piedra chancad 3.55%.

- **PESO UNITARIO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)**

**Tabla N° 12: Peso Unitario De La Piedra Chancada**  
**PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)**

I. PESO UNITARIO SUELTO			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	11485	11520	11642
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	4419	4454	4576
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1429	1440	1480
6	P.U.S.Seco	kg/m3	1378	1389	1427
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3		1398	

II. PESO UNITARIO COMPACTO			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	11629	11732	11798
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	4563	4666	4732
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1476	1509	1530
6	P.U.S.Seco	kg/m3	1423	1455	1476
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3		1451	

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla N° 13: Peso Unitario De La Arena Gruesa**

**PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)**

I. PESO UNITARIO SUELTO			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	12298	12312	12453
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	5232	5246	5387
4	volumen molde	cm <sup>3</sup>	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m <sup>3</sup>	1692	1696	1742
6	P.U.S.Seco	kg/m <sup>3</sup>	1621	1625	1669
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1639		

II. PESO UNITARIO COMPACTO			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	12418	12548	12624
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	5352	5482	5558
4	volumen molde	cm <sup>3</sup>	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m <sup>3</sup>	1731	1773	1797
6	P.U.S.Seco	kg/m <sup>3</sup>	1658	1699	1722
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1693		

*Fuente: Elaboración Propia*

Se realizó el cálculo del peso unitario es proveniente de la cantera de Cachiyacu- Tarma correspondiente a la arena gruesa, y la piedra chancada proviene de la cantera de Huasahuasi, proporcionándonos como PUS = 1639 kg/m<sup>3</sup> y PUSC = 1693 kg/m<sup>3</sup> de la arena gruesa y de la piedra chancada PUS = 1398 kg/m<sup>3</sup> y PUSC = 1451 kg/m<sup>3</sup>.

- **PESO ESPECIFICO DE AGREGADO (N.T.P. 400.021 ASTM C-127 y ASTM C-128)**

**Tabla N° 14: Peso Específico De La Arena Gruesa**

**PESO ESPECIFICO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)**

I. DATOS			
1	Peso de la Arena S.S.S.	gr	500.00
2	Peso del Balón Seco	gr	167.00
3	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón	gr	667.00
4	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	993.00
5	Peso del Agua	gr	327.00
6	Peso de la Tara	gr	213.00
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr	707.00
8	Peso de la Arena Seca	gr	494.00
9	Volumen del Balón	cm <sup>3</sup>	500.00

II. RESULTADOS			
10	Peso Especifico de Masa	gr/cm <sup>3</sup>	2.86
11	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.89
12	Peso Especifico Aparente	gr/cm <sup>3</sup>	2.96
13	Porcentaje de Absorción	%	1.21

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla N° 15: Peso Específico De La Piedra Chancada**

**PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.021 ASTM C-127)**

**I. DATOS**

1	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca	gr	3258
2	Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	621
3	Peso de la Muestra Saturada + Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	2716
4	Peso de la Muestra Saturada dentro del Agua	gr	2095
5	Peso de la Tara	gr	235
6	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	3462
7	Peso de la Muestra Seca	gr	3227

**II. RESULTADOS**

8	Peso Especifico de Masa	gr/cm3	2.77
9	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr/cm3	2.80
10	Peso Especifico Aparente	gr/cm3	2.85
11	Porcentaje de Absorción	%	0.96

*Fuente: Elaboración Propia*

Realizado los ensayos se procedió a realizar el diseño de mezcla

Se realizó el diseño de mezcla método ACI 211

- **DISEÑO DE MEZCLA  $f'c = 360 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla N° 16: Datos Resumen de propiedades de los materiales**

PROPIEDADES	PE	PUC	PUS	%AB	%W	MF
CEMENTO	3.15					
AGREGADO FINO	2.86	1693	1639	1.21	4.18	2.61
AGREGADO GRUESO	2.77	1451	1398	0.96	3.55	7.20

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla N° 17: Asentamientos Recomendados Para Varios Tipos De Estructuras**

TIPO DE ESTRUCTURA	Asentamiento En Pulgadas	
	Máximo*	Mínimo
Zapatas y muros de cimentaciones reforzadas	3	1
Cimentaciones simples, cajas y subestructuras de muros	3	1
vigas y muros	4	1
columnas de edificios	4	1
Losas y pavimentos	3	1
concreto ciclópeo	2	1

*Fuente: ACI 2011*

TMN = ½”

Slump = 3”

F’c = 360

F’cr = 554

**Tabla N° 18: Requisitos De Agua De Mezclado En Función De Dn máx. y El Asentamiento En Pulgadas**

ASENTAMIENTO	AGUA EN KG/CM3 DE CONCRETO PARA LOS TAMAÑOS NOMINAL MAXIMOS DEL AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIA INDICADAS							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
<b>CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO</b>								
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	145	125
3" a 4"	225	215	200	195	175	170	160	140
6" a 7"	240	230	210	202	185	180	170	....
Cont. De aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<b>CONCRETO CON AIRE INCORPORADO</b>								
1" a 2"	181	175	165	160	145	140	135	120
3" a 4"	200	190	180	175	160	155	150	135
6" a 7"	215	205	190	185	170	165	160	....
Promedio recomendable para el contenido total de aire atrapado (%)	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

*Fuente: ACI 2011*

**Tabla N° 19: Relación (a/c) y la Resistencia ( f 'cr )**

RELACIÓN (a/c) Y LA RESISTENCIA ( f 'cr )		
F’cr	AIRE INCORPORADO	
	SIN	CON
150	0.80	0.71
200	0.70	0.60
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-
500	0.34	-
550	0.31	-
600	0.28	-

*Fuente: ACI 2011*

**Relación de agua y cemento**

f'cr			
550	0.31		
554	X	0.31	
600	0.28		

$$a/c = 0.31$$

### Agua

**207.50 Litros**

2.00	200		
3.00	X	207.50	Litros
4.00	215		

### Cantidad de cemento

**674.58 kg**

**15.87 bls**

### Aporte Del Agregado Grueso

volumen AG **0.57**  
 peso AG **827.07 kg**

### Volúmenes Absolutos

CEMENTO **0.214 m3**  
 AGUA **0.208 m3**  
 AIRE **0.025 m3**  
 VOLUMEN AG **0.299 m3**  


---

**0.746 m3**

VOLUMEN AF **0.254 m3**

### Peso Del Agregado Fino

peso AF **726.44 kg**

### Presentación En Seco

CEMENTO	674.58	kg
AF	726.44	kg
AG	827.07	kg
AGUA	207.50	Litros

### Corrección Por Humedad

AF	756.81	kg
AG	856.43	kg

### Aporte De Agua

AF	21.58	Litros
AG	21.42	Litros
	<hr/>	
	43.00	

### Agua Efectiva

AE	164.50	Litros
----	--------	--------

### Proporción en Peso (kg)

CEMENTO	AF	AG	AGUA
674.58	756.81	856.43	164.50

### Proporción en Volumen (pie 3)

CEMENTO	AF	AG	AGUA
674.58	15.65	20.90	164.50

**Tabla N° 20: Resumen de diseño de mezcla  $f'c = 360 \text{ kg/cm}^2$**

MATERIALES	Proporción en peso (kg)	Volumen en peso seco (Pie 3)	Fibra de vidrio 0.12% (kg)	Fibra de vidrio 0.24% (kg)	Fibra de vidrio 0.36% (kg)
CEMENTO	1	1	1.000	1.000	1.000
AGREGADO FINO	1.12	0.99	1.121	1.120	1.118
AGREGADO GRUESO	1.27	1.32	1.270	1.317	1.270
AGUA	0.24	10.37	0.244	0.244	0.244
FIBRA DE VIDRIO			0.0012	0.0024	0.0036

**Fuente: Elaboración Propia**

Dosificación para 9 unidades de adoquines con fibra de vidrio.

**Tabla N°21: Dosificación Del Adoquín Con Fibra De Vidrio**

MATERIALES	Adoquín con Fibra de vidrio 0.12% (kg)	Adoquín con Fibra de vidrio 0.24% (kg)	Adoquín con Fibra de vidrio 0.36% (kg)
CEMENTO	18.000	18.000	18.000
AGREGADO FINO	20.173	20.151	20.129
AGREGADO GRUESO	22.852	23.700	22.852
AGUA	4.389	4.389	4.389
FIBRA DE VIDRIO	0.022	0.043	0.065

**Fuente: Elaboración Propia**

- **DIMENSIÓN DE LOS ADOQUINES CON FIBRA DE VIDRIO**

Se realizó las medidas de sus dimensiones de cada adoquín con fibra de vidrio y sus respectivo peso, textura y color.

**Tabla 22: Dimensiones Del Adoquín Con 0.12% De Fibra De Vidrio**

Muestra	Dimensiones			Peso(kg)	Textura	Color
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)			
1	25.00	12.50	9.90	7.054	Rugosa	Gris Oscuro
2	25.00	12.50	10.00	7.082	Rugosa	Gris Oscuro
3	25.10	12.50	9.90	7.063	Rugosa	Gris Oscuro
4	25.00	12.50	10.10	7.091	Rugosa	Gris Oscuro
5	25.00	12.50	10.10	7.040	Rugosa	Gris Oscuro
6	25.00	12.60	9.90	7.100	Rugosa	Gris Oscuro
7	25.10	12.50	10.00	7.035	Rugosa	Gris Oscuro
8	25.00	12.50	10.00	7.076	Rugosa	Gris Oscuro
9	25.00	12.60	10.00	7.082	Rugosa	Gris Oscuro

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 23: Dimensiones Del Adoquín Con 0.24% De Fibra De Vidrio**

Muestra	Dimensiones			Peso(kg)	Textura	Color
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)			
10	25.10	12.50	10.00	7.027	Rugosa	Gris Oscuro
11	25.00	12.50	10.00	7.076	Rugosa	Gris Oscuro
12	25.00	12.60	9.90	7.086	Rugosa	Gris Oscuro
13	25.00	12.50	10.00	7.122	Rugosa	Gris Oscuro
14	25.10	12.60	10.10	7.040	Rugosa	Gris Oscuro
15	25.00	12.50	9.90	7.160	Rugosa	Gris Oscuro

16	25.00	12.50	10.10	7.037	Rugosa	Gris Oscuro
17	25.10	12.60	10.00	7.052	Rugosa	Gris Oscuro
18	25.10	12.50	10.00	7.101	Rugosa	Gris Oscuro

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 24: Dimensiones Del Adoquín Con 0.36% De Fibra De Vidrio**

Muestra	Dimensiones			Peso(kg)	Textura	Color
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)			
19	25.10	12.50	10.00	7.052	Rugosa	Gris Oscuro
20	25.00	12.50	10.00	7.101	Rugosa	Gris Oscuro
21	25.10	12.60	9.90	7.045	Rugosa	Gris Oscuro
22	25.10	12.50	9.90	7.073	Rugosa	Gris Oscuro
23	25.20	12.50	10.00	7.088	Rugosa	Gris Oscuro
24	25.00	12.50	10.00	7.067	Rugosa	Gris Oscuro
25	24.90	12.50	10.10	7.094	Rugosa	Gris Oscuro
26	25.00	12.50	10.00	7.110	Rugosa	Gris Oscuro
27	25.00	12.60	10.10	7.090	Rugosa	Gris Oscuro

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla N° 02: Tolerancia Dimensional**

Tolerancia Dimensional, Max. (mm)		
Longitud	Ancho	Espesor
±1,6	±1,6	±3,2

*Fuente: NTP 399.611*

Las dimensiones de los adoquines con fibra de vidrio en 0.12%, 0.24% y 0.36% no vario en más de 1 mm por lo que la dimensión de nuestro adoquín con fibra de vidrio es 25.00 cm x 12.25 cm x 10.00 cm en un promedio.

Resultados de los ensayos dela características a la resistencia a la compresión, flexión y absorción de los adoquines con fibra de vidrio para pavimentos de alto transito

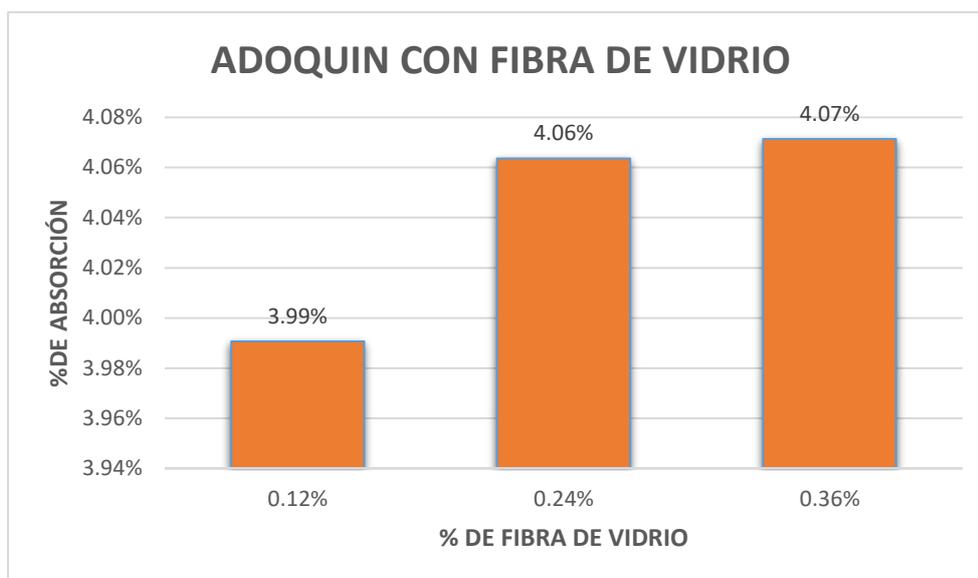
### RESULTADOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN

**Tabla 25: Resultado De Ensayo De Absorción De Adoquines Con Fibra De Vidrio**

Tipos	Adoquín Con Fibra de vidrio 0.12%			Adoquín con Fibra de vidrio 0.24%			Adoquín con Fibra de vidrio 0.36%			
	Muestras:	1	2	3	10	11	12	19	20	21
Peso seco Wd (kg):	7.054	7.082	7.063	7.027	7.076	7.086	7.052	7.101	7.045	
Peso saturado Ws (kg):	7.334	7.374	7.337	7.315	7.366	7.359	7.335	7.386	7.341	
Absorción (%):	3.97%	4.12%	3.88%	4.10%	4.10%	3.85%	4.01%	4.01%	4.20%	
Absorción promedio (%):	3.99%			4.02%			4.08%			

**Fuente: Elaboración Propia**

**Figura 5: Resultado De Ensayo De Absorción De Adoquines Con Fibra De Vidrio**



*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 26: Tabla de Absorción**

Tipo de Adoquín	Absorción, máx. (%)	
	Promedio de 3 unidades	Unidad individual
<b>I y II</b>	6	7,5
<b>III</b>	5	7

*Fuente: NTP 399.611 2017*

El % de absorción de los adoquines con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito es de 3.99 % con un porcentaje de fibra de vidrio de 0.12% respecto a la cantidad de cemento; 3.99 % con un porcentaje de fibra de vidrio de 0.24% respecto a la cantidad de cemento y 3.99 % con un porcentaje de fibra de vidrio de 0.36% respecto a la cantidad de cemento. Por lo que según la norma NTP 399.611 el % de absorción máxima es de 6 %, según los resultados los adoquines con fibra de vidrio en proporciones de 0.12%, 0.24% y 0.36% el porcentaje de absorción promedio máximo es de 4.08% siendo inferior al máximo establecido en la norma NTP 399.611.

## RESULTADOS DEL ENSAYO RESISTENCIA A COMPRESIÓN

El ensayo de la resistencia a la compresión se realizó según la norma NTP 399.604 se determina mediante la aplicación de fuerza de compresión sobre la unidad en la misma dirección en que trabaja en el pavimento, realizado dichos ensayos se obtuvo como resultados.

**Tabla 27: Características De Los Adoquines Con Fibra De Vidrio Para El Ensayo A Compresión**

	Adoquín Con Fibra de vidrio 0.12%			Adoquín con Fibra de vidrio 0.24%			Adoquín con Fibra de vidrio 0.36%		
Muestras:	4	5	6	13	14	15	22	23	24
EDAD (días)	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Largo (cm)	25.000	25.000	25.000	25.000	25.100	25.000	25.100	25.200	25.000
Ancho (cm)	12.200	12.300	12.200	12.200	12.300	12.300	12.300	12.200	12.300
Alto (cm)	10.100	10.100	9.900	10.000	10.100	9.900	9.900	10.000	10.000
Área (cm <sup>2</sup> )	305.000	307.500	305.000	305.000	308.730	307.500	308.730	307.440	307.500
Peso (kg)	7.091	7.040	7.100	7.122	7.040	7.160	7.073	7.088	7.067

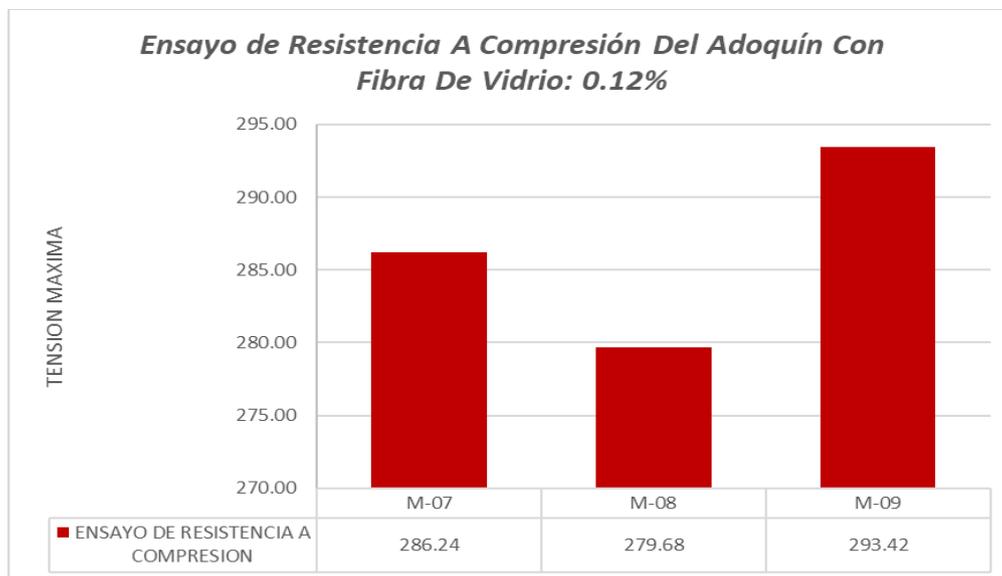
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 28: Ensayo de Resistencia A Compresión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.12%**

N°	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	AREA (cm <sup>2</sup> )	EDAD (DIAS)	CARGA MAXIMA (N)	CARGA MAXIMA (Kg.)	TENSIÓN MAXIMA	F'c DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	% ALCANZADO	MUESTRA	% DE FIBRA DE VIDRIO	PROMEDIO F'c DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	22/12/2021	19/01/2022	313.75	28	88070	89806.407	286.24	360	79.51	M-07	0.12	286.44
2	22/12/2021	19/01/2022	312.5	28	85710	87399.877	279.68	360	77.69	M-08	0.12	
3	22/12/2021	19/01/2022	315.0	28	90640	92427.078	293.42	360	81.51	M-09	0.12	

*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 6: Ensayo de Resistencia A Compresión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.12%**



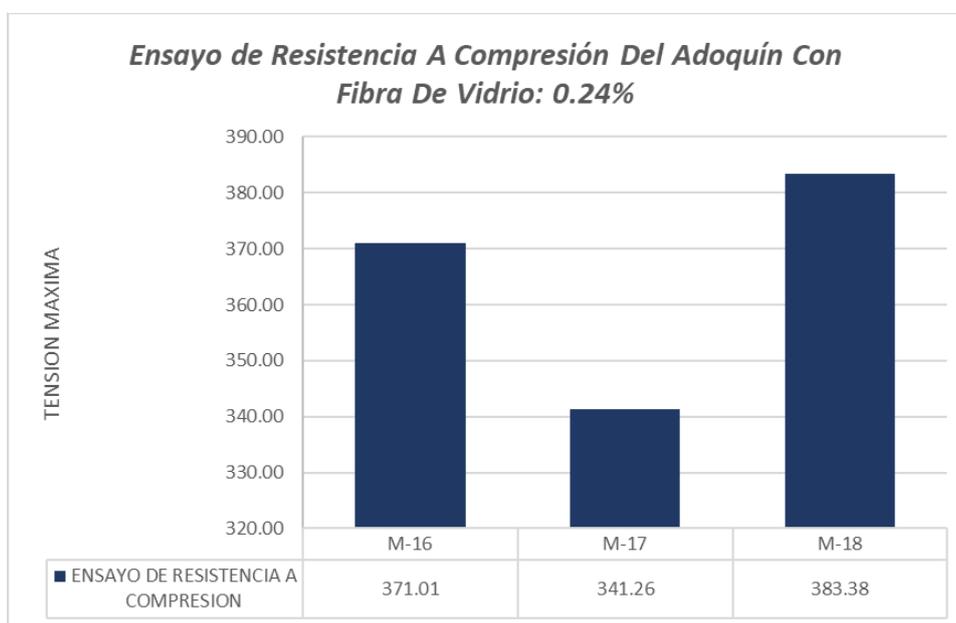
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 29: Ensayo de Resistencia A Compresión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.24 %**

N°	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	AREA (cm <sup>2</sup> )	EDAD (DÍAS)	CARGA MAXIMA (N)	CARGA MAXIMA (Kg.)	TENSION MAXIMA	F'c DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	% ALCANZADO	MUESTRA	% DE FIBRA DE VIDRIO	PROMEDIO F'c DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	23/12/2021	20/01/2022	312.5	28	1137000	115941.73	371.01	360	103.06	M-16	0.24	365.22
2	23/12/2021	20/01/2022	316.26	28	1058400	107926.76	341.26	360	94.79	M-17	0.24	
3	23/12/2021	20/01/2022	313.75	28	1179600	120285.72	383.38	360	106.49	M-18	0.24	

*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 7: Ensayo de Resistencia A Compresión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.24%**



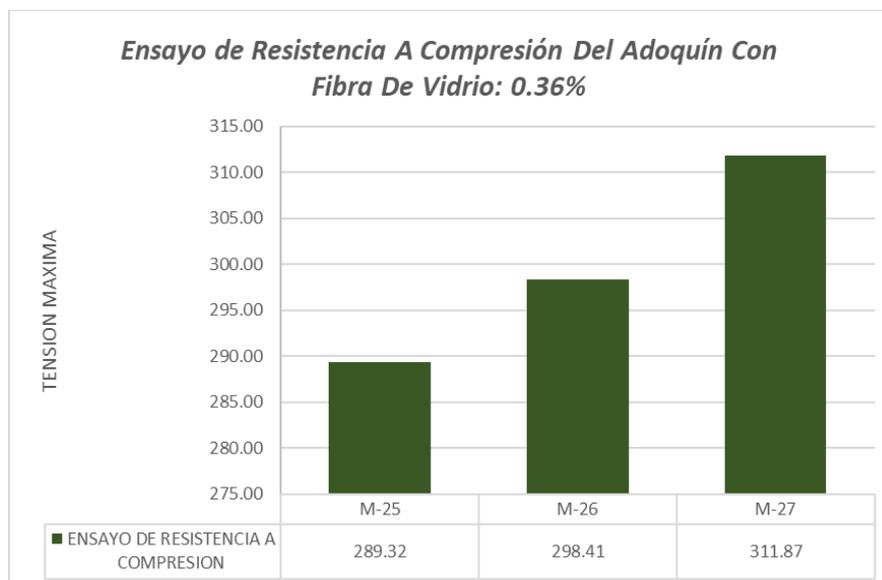
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 30: Ensayo de Resistencia A Compresión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.36%**

N°	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	AREA (cm <sup>2</sup> )	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	F'c DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	% ALCANZADO	MUESTRA	% DE FIBRA DE VIDRIO	PROMEDIO F'c DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	24/12/2021	21/01/2022	311.25	28	883100	90051.139	289.32	360	80.37	M-25	0.36	299.87
2	24/12/2021	21/01/2022	312.5	28	914500	93253.048	298.41	360	82.89	M-26	0.36	
3	24/12/2021	21/01/2022	315	28	963400	98239.46	311.87	360	86.63	M-27	0.36	

*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 8: Ensayo de Resistencia A Compresión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.36%**



*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 31: Tabla Resistencia A Compresión Del Adoquín según NTP 399.611**

Tipo	Espesor nominal (mm)	Resistencia a la Compresión, min MPa(kg/cm <sup>2</sup> )	
		Promedio de 3 unidades	Unidad Individual
Tipo I	40	31(320)	28(290)
	60	31(320)	28(290)
II	60	41(420)	37(380)
(Vehículo Ligero)	80	37(380)	33(340)
	100	35(360)	32(325)
III			
(Vehículo pesado, patios industriales o de contenedores)	> o = 80	55(561)	50(510)

Nota: Los valores establecidos en la Tabla serán considerados como estándar, los valores mostrados entre paréntesis son únicamente para información. Fuente: NTP 399.611

**Fuente: NTP 399.611**

El valor de resistencia a compresión de los adoquines con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito a los 28 días después del curado fue de 286.44 kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de fibra de vidrio de 0.12% respecto a la cantidad de cemento; 365.22 kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de fibra de vidrio de 0.24% respecto a la cantidad de cemento y 299.87 kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de fibra de vidrio de 0.36% respecto a la cantidad de cemento. Por lo que según la norma NTP 399.611 la resistencia a la compresión, min 35Mpa (360kg/cm<sup>2</sup>) promedio de 3 de unidades, según los resultados el adoquín con 0.36% fibra de vidrio cumple con la norma.

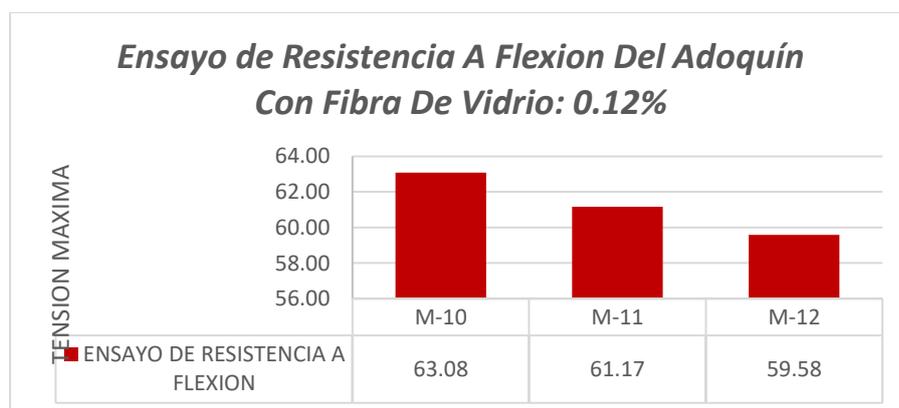
## RESULTADOS DEL ENSAYO RESISTENCIA A FLEXIÓN

**Tabla 32: Resultado De Ensayo De Resistencia a Flexión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.12%**

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (Kgf)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	ANCHO PROMEDIO DE LA UNIDAD (cm)	ALTURA PROMEDIO DE LA UNIDAD (cm)	MÓDULO DE ROTURA EN EL PLANO DE FALLA (kg/cm <sup>2</sup> )	MUESTRA	% DE FIBRA DE VIDRIO	PROMEDIO F <sub>c</sub> DISEÑO (Kgf/cm <sup>2</sup> )
1	22/12/2021	19/01/2022	28	75700	20.00	360	10.00	63.08	M-10	0.12	61.28
2	22/12/2021	19/01/2022	28	73400	20.00	360	10.00	61.17	M-11	0.12	
3	22/12/2021	19/01/2022	28	71500	20.00	360	10.00	59.58	M-12	0.12	

*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 9: Resultado De Ensayo De Resistencia a Flexión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.12%**



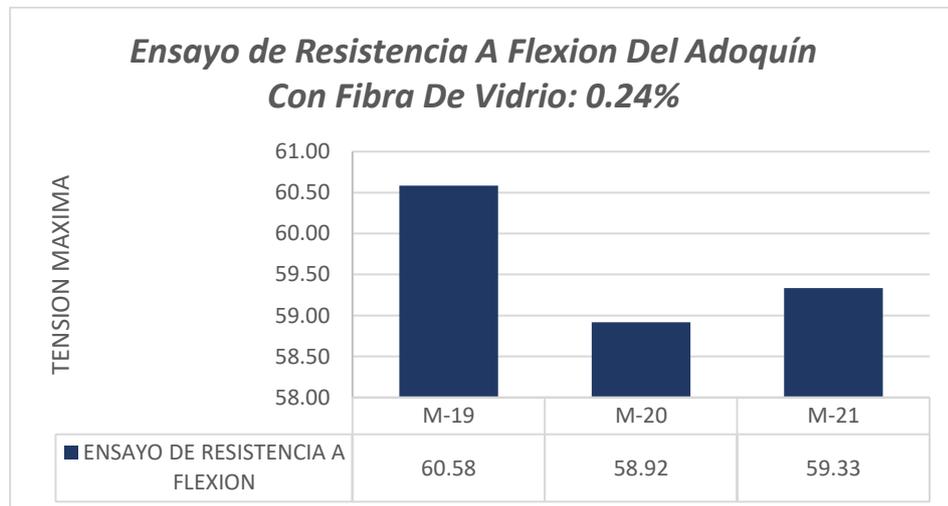
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 33: Resultado De Ensayo De Resistencia a Flexión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.24%**

N°	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	EDAD (DIAS)	CARGA MAXIMA (Kgf)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	ANCHO PROMEDIO DE LA UNIDAD (cm)	ALTURA PROMEDIO DE LA UNIDAD (cm)	MODULO DE ROTURA EN EL PLANO DE FALLA (kg/cm <sup>2</sup> )	MUESTRA	% DE FIBRA DE VIDRIO	PROMEDIO F'c DISEÑO (Kgf/cm <sup>2</sup> )
1	23/12/2021	20/01/2022	28	72700	20.00	360	10.00	60.58	M-19	0.24	59.61
2	23/12/2021	20/01/2022	28	70700	20.00	360	10.00	58.92	M-20	0.24	
3	23/12/2021	20/01/2022	28	71200	20.00	360	10.00	59.33	M-21	0.24	

*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 10: Resultado De Ensayo De Resistencia a Flexión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.24%**



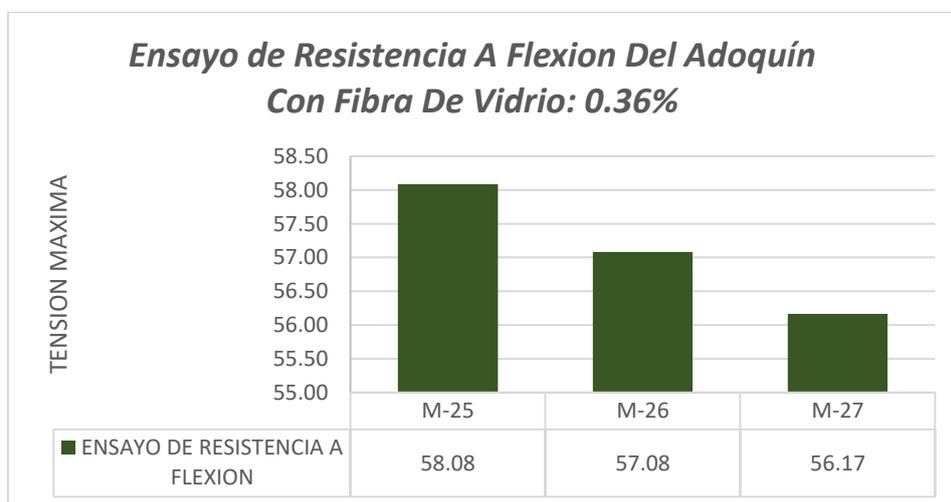
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 34: Resultado De Ensayo De Resistencia a Flexión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.36%**

N°	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (Kgf)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	ANCHO PROMEDIO DE LA UNIDAD (cm)	ALTURA PROMEDIO DE LA UNIDAD (cm)	MODULO DE ROTURA EN EL PLANO DE FALLA (kg/cm <sup>2</sup> )	MUESTRA	% DE FIBRA DE VIDRIO	PROMEDIO F'c DISEÑO (Kgf/cm <sup>2</sup> )
1	24/12/2021	21/01/2022	28	69700	20.00	360	10.00	58.08	M-25	0.36	57.11
2	24/12/2021	21/01/2022	28	68500	20.00	360	10.00	57.08	M-26	0.36	
3	24/12/2021	21/01/2022	28	67400	20.00	360	10.00	56.17	M-27	0.36	

*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 11: Resultado De Ensayo De Resistencia a Flexión Del Adoquín Con Fibra De Vidrio: 0.12%**



*Fuente: Elaboración Propia*

El valor de resistencia a flexión de los adoquines con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito a los 28 días después del curado fue de 61.28 kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de fibra de vidrio de 0.12% respecto a la cantidad de cemento; 59.61 kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de fibra de vidrio de 0.24% respecto

a la cantidad de cemento y 57.11 kg/ cm<sup>2</sup> con un porcentaje de fibra de vidrio de 0.36% respecto a la cantidad de cemento. Por lo que de acuerdo a la norma ITINTEC 339.124 la resistencia a la flexión no es menor de 50 kgf/cm<sup>2</sup>.min 35Mpa promedio de 3 de unidades.

## RESULTADOS DE LOS COSTOS DE LOS ADOQUINES CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALTO TRANSITO

**Tabla 35: Presupuesto Para Pavimento Rígido En 1 m2**

Presupuesto					
Presupuesto	0204001	TESIS: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOQUÍN CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALTO TRÁNSITO			
Cliente	YARANGA RAMOS, PAOLA YOLANDA			Costo al	23/01/2022
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>PAVIMENTO RIGIDO</b>				142.83
01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA	m2	0.80	37.01	29.61
01.02	ACERO LISO DIAMETRO 5/8" PARA DOWELLS TRANSVERSALES	kg	0.64	7.12	4.56
01.03	ACERO LISO DIAMETRO 5/8" PARA DOWELLS LONGITUDINALES	kg	1.01	7.12	7.19
01.04	LOSA DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2, E=20CM	m3	0.20	458.27	91.65
01.05	CURADO DE CONCRETO EN LOSA	m2	1.00	1.92	1.92
01.06	<b>JUNTAS</b>				7.90
01.06.01	JUNTAS DE DILATACION EN LOSA	m	1.00	5.93	5.93
01.06.02	JUNTAS DE CONTRACCION EN LOSA	m	0.33	5.98	1.97
	<b>COSTO DIRECTO</b>				142.83

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 36: Presupuesto Para Pavimento con Adoquín Con Fibra De Vidrio En 1 m2**

S10					Página	1
Presupuesto						
Presupuesto	0204001	TESIS: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOQUÍN CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALTO TRÁNSITO				
Cliente	YARANGA RAMOS, PAOLA YOLANDA			Costo al	23/01/2022	
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	
02	<b>PAVIMENTO CON ADOQUIN CON FIBRA DE VIDRIO</b>				68.80	
2.01	ADOQUIN CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTO DE f'c =360	und	32.00	2.15	68.80	

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 37: Desagregado De Precios Unitarios Para Pavimento Rígido En 1 m2**

							Página:	1	
S10									
<b>Análisis de precios unitarios</b>									
Presupuesto	0204001	TESIS: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOQUÍN CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALTO TRÁNSITO							
Subpresupuesto	001	TESIS: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOQUÍN CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALTO TRÁNSITO						Fecha presupuesto	23/01/2022
Partida	01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA							
Rendimiento	m2/DIA	21.0900	EQ.	21.0900	Costo unitario directo por : m2		37.01		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO		hh		1.0000	0.3793	17.52	6.65	
0101010004	OFICIAL		hh		1.0000	0.3793	14.06	5.33	
0101010005	PEON		hh		1.0000	0.3793	12.66	4.80	
								<b>16.78</b>	
	<b>Materiales</b>								
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg			0.2500	4.50	1.13	
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"		kg			0.2100	5.00	1.05	
0231010001	MADERA TORNILLO		p2			3.9000	4.50	17.55	
								<b>19.73</b>	
	<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	16.78	0.50	
								<b>0.50</b>	
Partida	01.02	ACERO LISO DIAMETRO 5/8" PARA DOWELLS TRANSVERSALES							
Rendimiento	kg/DIA	250.0000	EQ.	250.0000	Costo unitario directo por : kg		7.12		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO		hh		1.0000	0.0320	17.52	0.56	
0101010004	OFICIAL		hh		1.0000	0.0320	14.06	0.45	
0101010005	PEON		hh		1.0000	0.0320	12.66	0.41	
								<b>1.42</b>	
	<b>Materiales</b>								
02040600010018	ACERO LISO 5/8" PARA DOWELLS TRANSVERSAL		kg			1.0700	5.00	5.35	
02060100010020	TUBERIA PVC DE 1"x 3M		und			0.0513	6.00	0.31	
								<b>5.66</b>	
	<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	1.42	0.04	
								<b>0.04</b>	

Partida	01.03	ACERO LISO DIAMETRO 5/8" PARA DOWELLS LONGITUDINALES						
Rendimiento	kg/DIA	250.0000	EQ.	250.0000	Costo unitario directo por : kg	7.12		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	17.52	0.56		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	14.06	0.45		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0320	12.66	0.41		
						<b>1.42</b>		
	<b>Materiales</b>							
02040600010019	ACERO LISO 5/8" PARA DOWELLS LONGITUDINAL	kg		1.0700	5.00	5.35		
02060100010020	TUBERIA PVC DE 1"x3M	und		0.0513	6.00	0.31		
						<b>5.66</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.42	0.04		
						<b>0.04</b>		
Partida	01.04	LOSA DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2, E=20CM						
Rendimiento	m3/DIA	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por : m3	458.27		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	17.52	11.68		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	14.06	9.37		
0101010005	PEON	hh	8.0000	5.3333	12.66	67.52		
						<b>88.57</b>		
	<b>Materiales</b>							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6273	120.00	75.28		
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5500	100.00	55.00		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.2700	22.00	203.94		
0290130021	AGUA	m3		0.1600	2.00	0.32		
						<b>334.54</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	88.57	2.66		
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.6667	35.00	23.33		
03012900030005	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 1.50"	hm	1.0000	0.6667	13.75	9.17		
						<b>35.16</b>		
Partida	01.05	CURADO DE CONCRETO EN LOSA						
Rendimiento	m2/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por : m2	1.92		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	0.8375	0.0670	12.66	0.85		
						<b>0.85</b>		
	<b>Materiales</b>							
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0100	100.00	1.00		
0290130021	AGUA	m3		0.0200	2.00	0.04		
						<b>1.04</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.85	0.03		
						<b>0.03</b>		
Partida	01.06.01	JUNTAS DE DILATACION EN LOSA						
Rendimiento	m/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por : m	5.93		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	14.06	1.12		
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.2400	12.66	3.04		
						<b>4.16</b>		
	<b>Materiales</b>							
02010500010001	ASFALTO RC-250	gal		0.1330	10.66	1.42		
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0023	100.00	0.23		
						<b>1.65</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.16	0.12		
						<b>0.12</b>		

Partida	01.06.02		JUNTAS DE CONTRACCION EN LOSA					
Rendimiento	m/DIA	100.0000	EQ. 100.0000		Costo unitario directo por : m		5.98	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
		Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	0.0400	14.06	0.56	
0101010005	PEON		hh	3.0000	0.2400	12.66	3.04	
							3.60	
		Materiales						
0222030006	SIKAFLEX 300 ml		und		0.0710	32.00	2.27	
							2.27	
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	3.60	0.11	
							0.11	

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 38: Desagregado De Precios Unitarios Para Pavimento con Adoquín Con Fibra De Vidrio En 1 m2**

Partida	02.01		ADOQUIN CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTO DE f'c =360 kg/cm³					
Rendimiento	und/DIA	2,020.0000	EQ. 2,020.0000		Costo unitario directo por : und		2.11	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
		Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0158	12.66	0.20	
							0.20	
		Subpartidas						
010105010425	ADOQUIN CON FIBRA DE VIDRIO DE f'c =360 kg/cm³		m3		0.0031	614.53	1.91	
							1.91	

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 39: Desagregado De Precios Unitarios De Sub partida Para Pavimento de Adoquín Con Fibra De Vidrio En 1 m2**

Partida		(010105010425-0204001-01) ADOQUIN CON FIBRA DE VIDRIO DE f'c =360 kg/cm³						
Rendimiento	und/DIA		MO.12.00	EQ.12.00	Costo unitario directo por : m3		614.53	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
		Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	10000	0.6667	14.06	9.37	
0101010003	OPERARIO		hh	10000	0.6667	17.52	11.68	
0101010005	PEON		hh	8.0000	5.3333	12.66	67.52	
							88.57	
		Materiales						
0290130021	AGUA		m3		0.1600	2.00	0.32	
0210010002	FIBRA DE VIDRIO DE 30 mm		kg		0.0222	20.00	0.44	
0217020002	CANTONERA		und		0.6600	6.00	3.96	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.4400	100.00	44.00	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.5900	120.00	70.80	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		15.7400	22.00	346.28	
							481.28	
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	88.57	2.66	
03012900030005	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 150"		hm	10000	0.6667	13.75	9.17	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11P3 (23 HP)		hm	10000	0.6667	35.00	23.33	
0301020006	MOLDE PARA ADOQUINES		und		10000	25.00	25.00	
							60.16	

*Fuente: Elaboración Propia*

El costo del adoquín con fibra de vidrio es de S/. 2.11 soles una unidad de dimensiones de 25.00 cm x 12.50 cm x 10.00 cm y para un metro cuadrado de pavimento de adoquín con fibra de vidrio contiene 32 unidades siendo un costo total de S/. 68.80 soles por metro cuadrado a comparación del pavimento rígido el costo total por metro cuadrado es de S/.142.83 soles.

## **CAPITULO V**

### **DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

#### **5.1.DISCUSIONES GENERALES**

La determinación de las características físicas mecánicas del adoquín con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito nos basamos a la norma, por lo que se acepta la hipótesis general planteada “Las características físicas-mecánicas del adoquín con fibra de vidrio se incrementarán favorablemente para la optimización en pavimentos de alto tránsito”. Los resultados obtenidos se compararon con la NTP 399.611 y la norma INTINTEC 339.124, donde se concluye que el adoquín con fibra de vidrio es óptimo para la utilización de pavimentos de alto tránsito.

#### **5.2.DISCUSIONES ESPECÍFICAS**

Según el diseño de mezcla calculado por el método ACI 211 para la fabricación de adoquines para pavimentos de alto tránsito, se obtuvo los resultados en distintas dosificaciones para la observación de su comportamiento a los ensayos, las cuales estas son eficientes cumpliendo las normas establecidas, según del diseño de mezcla realizadas se incorpora la fibra de vidrio en diferentes porcentajes de 0.12%, 0.24% y de 0.36% de fibra de vidrio. Por lo cual se acepta la hipótesis de “Las características físicas-mecánicas del adoquín con fibra de vidrio se incrementarán para la optimización en pavimentos de alto tránsito” estos resultados obtenidos se realizaron para la investigación.

Las dimensiones de los adoquines con fibra de vidrio en 0.12%, 0.24% y 0.36% no varió en más de 1 mm por lo que la dimensión de nuestro adoquín con fibra de vidrio es 25.00 cm x 12.25 cm x 10.00 cm en un promedio.

El % de absorción de las muestras de adoquín con incorporación de fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito es de 3.99 % con un porcentaje de fibra de vidrio de 0.12% respecto a la cantidad de cemento; 4.02 % con un porcentaje de fibra de vidrio de 0.24% respecto a la cantidad de cemento y 4.08 % con un porcentaje de fibra de vidrio de 0.36% respecto a la cantidad de cemento. Por lo que según la norma NTP 399.611 el % de absorción máxima es de 6 %, según los resultados los adoquines con fibra de vidrio en proporciones de 0.12%,

0.24% y 0.36% el porcentaje de absorción promedio máximo es de 4.08% siendo inferior al máximo establecido en la norma NTP 399.611 que es de 6% como máximo para el adoquín tipo II.

El valor de obtenido en la prensa hidráulica de las muestras de adoquines con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito a los 28 días después del curado fue de 286.44 kg/ cm<sup>2</sup> con un porcentaje de fibra de vidrio de 0.12% respecto a la cantidad de cemento; 365.22 kg/ cm<sup>2</sup> con un porcentaje de fibra de vidrio de 0.24% respecto a la cantidad de cemento y 299.87 kg/ cm<sup>2</sup> con un porcentaje de fibra de vidrio de 0.36% respecto a la cantidad de cemento. Por lo que según la norma NTP 399.611 la resistencia a la compresión simple, min 35Mpa (360kg/ cm<sup>2</sup>) promedio de 3 de unidades, según los resultados el adoquín con 0.36% fibra de vidrio cumple siendo el promedio de resistencia promedio es de 365.22 kg/ cm<sup>2</sup>.

El valor de resistencia al ensayo a flexión de los adoquines con fibra de vidrio que se diseñaron para los pavimentos de alto tránsito a los 28 días después del curado fue de 61.28 kg/ cm<sup>2</sup> con un porcentaje de fibra de vidrio de 0.12% respecto a la cantidad de cemento; 59.61 kg/ cm<sup>2</sup> con un porcentaje de fibra de vidrio de 0.24% respecto a la cantidad de cemento y 57.11 kg/ cm<sup>2</sup> con un porcentaje de fibra de vidrio de 0.36% respecto a la cantidad de cemento. Por lo que de acuerdo a la norma ITINTEC 339.124 la resistencia a la flexión no es menor de 50 kgf /cm<sup>2</sup>.min 35Mpa promedio de 3 de unidades.

El costo del adoquín con fibra de vidrio es de S/. 2.11 soles una unidad de dimensiones de 25.00 cm x 12.50 cm x 10.00 cm y para un metro cuadrado de pavimento de adoquín con fibra de vidrio contiene 32 unidades siendo un costo total de S/. 67.52 soles por metro cuadrado a comparación del pavimento rígido el costo total por metro cuadrado es de S/.142.83 soles, siendo la reducción de costo de S/.75.31, por lo tanto, es más económica respecto al pavimento rígido.

## CONCLUSIONES

Las características físicas y mecánicas del adoquín con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito cumplen con la norma. Los resultados obtenidos se compararon con la NTP 399.611 y la norma INTINTEC 339.124, donde se concluye que el adoquín con fibra de vidrio es óptimo para la utilización de pavimentos de alto tránsito en una proporción de 0.24% respecto a la cantidad de cemento, quedando así una calidad y reducción de costo para remplazar el pavimento rígido.

La propuesta de diseñar adoquines con fibra de vidrio con diferentes cantidades es una óptima alternativa para la fabricación de adoquines más resistentes en esta investigación, por lo que se demuestra que es posible la utilización del adoquín con fibra de vidrio.

Se analizó el costo por metro cuadrado de pavimento rígido y la utilización de adoquines con fibra de vidrio en un metro cuadrado es más económico.

Se concluye que los adoquines con fibra de vidrio si mejoran sus características mecánicas, presentando mayor resistencia en una proporción de 0.24% de la cantidad de cemento, por lo que por bolsa de cemento se utilizaría 100g de fibra de vidrio.

Las características físicas y mecánicas del adoquín con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito, están diseñadas para pavimentos Tp5, Tp6, Tp7, Tp8, Tp9, Tp10, Tp11.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar este análisis en diferentes estructuras que se basan en la construcción con concreto

Se recomienda realizar investigaciones con otros materiales para mejorar las características de los adoquines tanto físicas y mecánicas.

Se recomienda para realizar la rotura de adoquines darle un buen acabado en las bases.

Se recomienda realizar otras investigaciones para pavimentos donde proporcionen una mejor resistencia y reducción de costo a comparación de los que se realizan en la actualidad.

Se debe considerar realizar un drenaje superficial y Drenaje subterráneo para el pavimento, de tal manera de evacuar el agua filtrada en las capas del pavimento

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ARANGO LORDOÑO, Juan Fernando. 2006.** *Adoquines de concreto: Propiedades físico-mecánicas y sus correlaciones.* Colombia : Revista Tecnológicas, 2006. Vol. 16.

**BELTRAN MARTINEZ, Angie Michell y VILLALBA ZAMUDIO, Susana Stefania. 2020.** *Diseño de mezcla para concreto permeable con fibra de vidrio.* Bogota : s.n., 2020.

**CALIXTO FAJARDO, Jefferson Antony. 2020.** *Efectos del vidrio reciclado tratado, con la maquina de los Angeles en la resistencia a compresión y absorción en adoquines de concreto para pavimentos de transito vehicular ligero, Lima 2020.* Lima : s.n., 2020.

**FERNANDEZ GARCIA, Misael. 2019.** *Analisis de las características físicas-mecánicas del adoquin con polietileno tereftalato reciclado y Adoquin Convencional Tipo I.* Huancayo : s.n., 2019.

**GARCIA, MISAEL FERNANDEZ. 2019.** *ANALISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS-MECÁNICAS DEL ADOQUÍN CON POLIETILENO TEREFTALATO RECICLADO Y ADOQUÍN CONVENCIONAL TIPO I.* 2019.

**HIDALGO LAGUA, Daniel Estalin y POVEDA CALDERON, Ricardo Andres. 2013.** *Obtencion de adoquines fabricados con vidrio reciclado como agregado.* Quito : s.n., 2013.

**HUAMAN QUISPE, Alexander. 2015.** *Comportamiento Mecanico del Concreto reforzado con fibra de vidrio.* Cajamarca : s.n., 2015.

**INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA, ICG. CE-010 Pavimentos urbanos.** Peru : s.n.

**MARTÍNEZ MAYANCELA, Joffre René. 2016.** *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).* Ambato : s.n., 2016.

**NTP 400.010. 2001.** NTP 400.010 2001 Agregados: Extracción y preparación de las muestras . Lima : s.n., 2001.

**NTP 400.012. 2001.** NTP 400.012,2001 Agregados: Análisis granulométrico del agregado fino grueso y global. Lima : s.n., 2001.

**NTP 400.017. 1999.** NTP 400.017 Agregado: Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. Lima : s.n., 1999.

**NTP.334.0009, Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. 2002.** *Norma Tecnica Peruana. CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos.* Lima : s.n., 2002.

**NTP399.611. 2017.** NTP 399.611 2017 UNIDADES DE ALBALIÑERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos. *NORMA TÉCNICA PERUANA*. Lima : INACAL 2017, 2017.

**RAMOS AUCAPURI, Jose Luis. 2018.** *Dosificación del concreto reciclado para el uso en unidades de pavimentos de bajo tránsito, distrito de lince, lima 2018*. Lima : s.n., 2018.

**RAMOS SALCEDO, Carina Melina. 2019.** *Mejoramiento al concreto absorbente con inserción de fibra de vidrio para aumentar su resistencia a la compresión en la ciudad de Tarma*. Tarma : s.n., 2019.

**SALGUERO CAICEDO, Victor Vladimir. 2013.** *ADOQUINES MODIFICADOS CON FIBRA DE POLIPROPILENO PARA EL USO EN VIAS DE LA CIUDAD DE QUITO*. Quito : s.n., 2013.

## **ANEXOS**

## Anexo N°01: Matriz de Consistencia

<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOQUÍN CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALTO TRÁNSITO</b>					
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>		<b>1.1. Método de investigación</b>
¿Cuáles son las características físicas y mecánicas del adoquín con fibra de vidrio para la optimización en pavimentos de alto tránsito?	Analizar las características físicas y mecánicas del adoquín con fibra de vidrio para la optimización en pavimentos de alto tránsito.	Las características físicas-mecánicas del adoquín con fibra de vidrio se incrementarán para la optimización en pavimentos de alto tránsito.	Adoquín con fibra de vidrio.	Características físicas	<b>1.2. Tipo de investigación</b> Investigación aplicada
				Características mecánicas	
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>		<b>1.4. Diseño de la investigación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son las características a la resistencia a compresión, flexión y absorción del adoquín con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito?</li> <li>• ¿Qué factores en el diseño de mezcla han generado el</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar las características a la resistencia a compresión, flexión y absorción del adoquín con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito.</li> <li>• Calcular los factores en la dosificación han generado el</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El adoquín con fibra de vidrio mejora las características a la resistencia a la compresión, flexión y absorción para pavimentos de alto tránsito.</li> <li>El diseño de mezcla en diferentes proporciones</li> </ul>	Características físicas y Mecánicas	Dosificación (FV-AG-C-A)	<b>1.5. Población y muestra</b>  <b>1.5.1. Población</b>  La población viene a ser
				Resistencia a la compresión	

<p>adoquín con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué efectos produce las características físicas y mecánicas del adoquín con fibra de vidrio en la reducción de costo para pavimentos de alto tránsito?</li> </ul>	<p>adoquín con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantificar los efectos que producen las características físicas y mecánicas del adoquín con fibra de vidrio en la reducción de costo para pavimentos de alto tránsito.</li> </ul>	<p>determinarán el adoquín óptimo para pavimentos de alto tránsito</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las características físicas y mecánicas respecto al costo produce efectos significativos para el adoquín con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito.</li> </ul>	<p>Flexión</p> <p>Absorción</p> <p>Dimensiones</p> <p>Peso</p> <p>Soles</p>	<p>el adoquín con fibra de vidrio</p> <p>1.5.2. <b>Muestra</b></p> <p>Probabilística no aleatoria</p> <p><b>1.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b></p> <p>Observación- Fichas de evaluación.</p> <p><b>1.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos</b></p> <p>Programa Microsoft Excel</p> <p>Laboratorio de concreto KLA FER SAC.</p>
--	---	---	---	---

*Fuente: Elaboración Propia*

## Anexo N°02: Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADOR
<b>Variable Dependiente (X): Características físicas y Mecánicas</b>	Estas propiedades se ponen de manifiesto ante aplicación de fuerzas a un material.	Diseño del adoquín con fibra de vidrio	Dosificación (FV-AG-C-A)
		Propiedades estructurales	Resistencia a la compresión
	Flexión		
	Absorción		
	Describen características como elasticidad, , vale saber que, por lo general, no se alteran por otras fuerzas que actúan sobre el material.	Especificaciones técnicas	Dimensiones
			Peso
	Costo	Soles	
<b>Variable Independiente (Y): Adoquín con fibra de vidrio.</b>	Estas propiedades se ponen de manifiesto ante estímulos como la electricidad, la luz, el calor o la aplicación de fuerzas a un material.	Características	Físicas
	El adoquín con incorporación de fibra de vidrio nos permitirá mejorar la resistencia del adoquín tanto a la flexión, compresión y absorción para poder así obtener un nuevo diseño de concreto que sea más resistente y económico al uso de tránsito vehicular.		Mecánicas

*Fuente: Elaboración Propia*

## **Anexo N°03: Análisis De La Arena Gruesa**

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/D50 -

**Indecopi**



CERTIFICADO N° 00122965

**KLAFER S.A.C.**

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH. YARANGA RAMOS PAOLA YOLANDA

TESIS : "CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALTO TRÁNSITO"

FECHA RECEP: 04 DE DICIEMBRE DEL 2021  
FECHA EMIS: 13 DE DICIEMBRE DEL 2021  
CANTERA : CACHYACU

NTE. E 060 CONCRETO ARMADO

**ANÁLISIS DE AGREGADO FINO (arena gruesa):**

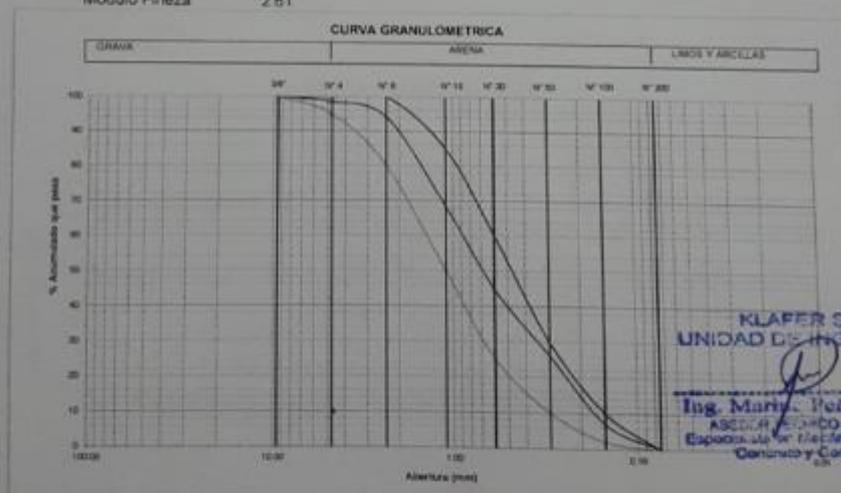
Peso Específico : 2.86 gr/cm<sup>3</sup>  
Humedad Natural : 4.18 %  
% Absorción : 1.21 %  
Peso Volumétrico Suerto : 1639 kg/m<sup>3</sup>  
Peso Volumétrico Compactado : 1693 kg/m<sup>3</sup>

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO COMO SIGUE:**

Peso Muestra : 500.00 grms.

TAMIZ	ABERTURA	PESO		%		LIMITES	
		RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO	INFERIOR	SUPERIOR
3/8"	9.500	0.00	0.00	100.00	0.00	100	100
4	4.760	6.97	1.39	98.61	1.39	95	100
8	2.360	22.18	4.44	94.17	5.83	80	100
16	1.100	128.23	25.65	88.52	31.48	50	85
30	0.590	118.76	23.75	44.77	55.23	25	60
50	0.297	93.12	18.62	26.15	73.85	10	30
100	0.149	34.65	6.93	7.02	92.98	2	10
200	0.075	0.44	0.09	0.09	99.91	0	0
FONDO		499.56		100.00			

Modulo Fineza : 2.61



LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO  
LOCAL TAMBO : PSE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

TUC 20487134911  
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA  
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCA, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/D50 - Indecopi.

## **Anexo N°04: Análisis De La Piedra Chancada**

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/DSD-



**KLAFER S.A.C.**

**Indecopi**

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH. YARANGA RAMOS PAOLA YOLANDA

TESIS : "CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALTO TRÁNSITO"

FECHA RECEP : 04 DE DICIEMBRE DEL 2021

FECHA EMIS : 13 DE DICIEMBRE DEL 2021

NTE. E 060 CONCRETO ARMADO

**ANÁLISIS DE AGREGADO GRUESO**

CANTERA : CACHIYACU

Peso Especifico 2.77 gr/cm<sup>3</sup>  
 Humedad Natural 3.55 %  
 % Absorción 0.96 %  
 Peso Volumétrico Suelto 1398 kg/m<sup>3</sup>  
 Peso Volumétrico Compactado 1451 kg/m<sup>3</sup>

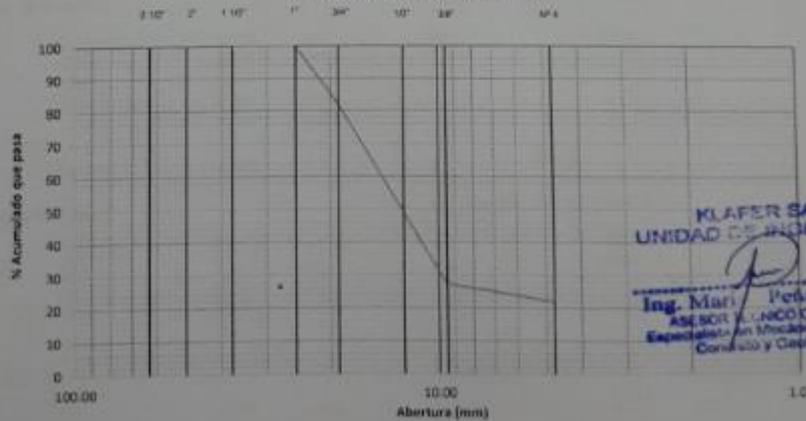
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO COMO SIGUE:**

Peso Muestra 5000.00 grms.

TAMIZ	TAMIZ	PESO		%	
		RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	100.00	0.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00	0.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00	0.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00	0.00
3/4"	19.00	897.00	17.94	82.06	17.94
1/2"	12.50	1852.00	33.04	49.02	50.98
3/8"	9.50	1089.00	21.78	27.24	72.76
4	4.75	265.00	5.30	21.94	78.06
	FONDO	1097.00	21.94	0.00	100.00

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL 1/2" Modulo Fineza 7.20

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**KLAFER SAC**  
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Man. Paola Dueñas  
ASESOR EN MECÁNICA DE SUELOS  
Especialista en Mecánica de Suelos  
Consultoría y Gestión

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO  
LOCAL TAMBÓ : PSIE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

TIC 20487134911  
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA  
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, BANCAL, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

## **Anexo N°05: Análisis De Peso Unitario De La Arena Gruesa**

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFA S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH. YARANGA RAMOS PAOLA YOLANDA

TESIS : "CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALTO TRÁNSITO"

FECHA RECEP. : 04 DE DICIEMBRE DEL 2021

FECHA EMIS. : 13 DE DICIEMBRE DEL 2021

**PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO**

**PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)**

**I. PESO UNITARIO SUELTO**

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	12298	12312	12453
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	5232	5246	5387
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1692	1696	1742
6	P.U.S. Seco	kg/m3	1621	1625	1669
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3	1639		

**II. PESO UNITARIO COMPACTO**

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	12418	12548	12624
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	5352	5482	5558
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1731	1773	1797
6	P.U.S. Seco	kg/m3	1658	1699	1722
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3	1693		

**III. HUMEDAD**

1	Peso de la Tara	gr	25.29
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	103.78
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	100.63
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr	3.15
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	75.34
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%	4.18

KLAFA S.A.C.  
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. María Peña Duchas  
ASESOR TÉCNICO CIP: 78938  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Geotécnica

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO  
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911  
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA  
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROGAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGÜE, ENSAYOS DE  
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

**Anexo N°06: Análisis De Peso Unitario De La Piedra  
Chancada**

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH. YARANGA RAMOS PAOLA YOLANDA

TESIS : "CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON FIBRA DE  
VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALTO TRÁNSITO"

FECHA RECEP. : 04 DE DICIEMBRE DEL 2021

FECHA EMIS. : 13 DE DICIEMBRE DEL 2021

**PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO**

**PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)**

			M-1	M-2	M-3
I. PESO UNITARIO SUELTO					
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	11485	11520	11642
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	4419	4454	4576
4	volumen molde	cm <sup>3</sup>	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m <sup>3</sup>	1429	1440	1480
6	P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1378	1389	1427
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1398		

			M-1	M-2	M-3
II. PESO UNITARIO COMPACTO					
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	11629	11732	11798
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	4563	4666	4732
4	volumen molde	cm <sup>3</sup>	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m <sup>3</sup>	1476	1509	1530
6	P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1423	1455	1476
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1451		

III. HUMEDAD			
1	Peso de la Tara	gr	25.87
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	102.49
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	99.86
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr	2.63
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	73.99
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%	3.55

KLAFFER SAC  
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. María Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP: 78938  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO  
LOCAL TAMBÓ : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911  
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA  
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, BOGAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUJE, ENSAYOS DE  
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

## **Anexo N°07: Análisis De Peso Específico De La Arena Gruesa**



SOLICITANTE : BACH. YARANGA RAMOS PAOLA YOLANDA

TESIS : "CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALTO TRÁNSITO"

FECHA RECEP. : 04 DE DICIEMBRE DEL 2021

FECHA EMIS. : 13 DE DICIEMBRE DEL 2021

**PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO**

**PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.021 ASTM C-127)**

I. DATOS

1	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca	gr	3258
2	Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	621
3	Peso de la Muestra Saturada + Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	2716
4	Peso de la Muestra Saturada dentro del Agua	gr	2095
5	Peso de la Tara	gr	235
6	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	3462
7	Peso de la Muestra Seca	gr	3227

II. RESULTADOS

8	Peso Especifico de Masa	gr/cm3	2.77
9	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr/cm3	2.80
10	Peso Especifico Aparente	gr/cm3	2.85
11	Porcentaje de Absorción	%	0.96

**PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)**

I. DATOS

1	Peso de la Arena S.S.S.	gr	500.00
2	Peso del Balón Seco	gr	167.00
3	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón	gr	667.00
4	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	994.00
5	Peso del Agua	gr	327.00
6	Peso de la Tara	gr	213.00
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr	707.00
8	Peso de la Arena Seca	gr	494.00
9	Volumen del Balón	cm3	500.00

II. RESULTADOS

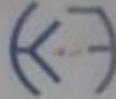
10	Peso Especifico de Masa	gr/cm3	2.86
11	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr/cm3	2.89
12	Peso Especifico Aparente	gr/cm3	2.96
13	Porcentaje de Absorción	%	1.21

KLAFLER SAC  
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. María Peón Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP: 78936  
Especialista en Mecánica de Suelos  
Concreto y Geotecnia

**Anexo N°08: Análisis De Peso Específico De La Piedra  
Chancada**

Registrado mediante Resolución N°  
009178 - 2020/INSD -



KLAFLER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH. YARANGA RAMOS PAOLA YOLANDA

TESIS : "CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALTO TRÁNSITO"

FECHA RECEP. : 04 DE DICIEMBRE DEL 2021

FECHA EMIS. : 13 DE DICIEMBRE DEL 2021

### PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO

#### PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.021 ASTM C-127)

##### I. DATOS

1	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca	gr	3258
2	Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	821
3	Peso de la Muestra Saturada + Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	2716
4	Peso de la Muestra Saturada dentro del Agua	gr	2095
5	Peso de la Tara	gr	235
6	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	3462
7	Peso de la Muestra Seca	gr	3227

##### II. RESULTADOS

8	Peso Especifico de Masa	gr/cm <sup>3</sup>	2.77
9	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.80
10	Peso Especifico Aparente	gr/cm <sup>3</sup>	2.85
11	Porcentaje de Absorción	%	0.96

#### PESO ESPECIFICO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)

##### I. DATOS

1	Peso de la Arena S.S.S.	gr	500.00
2	Peso del Balón Seco	gr	167.00
3	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón	gr	667.00
4	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	994.00
5	Peso del Agua	gr	327.00
6	Peso de la Tara	gr	213.00
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr	707.00
8	Peso de la Arena Seca	gr	494.00
9	Volumen del Balón	cm <sup>3</sup>	500.00

##### II. RESULTADOS

10	Peso Especifico de Masa	gr/cm <sup>3</sup>	2.86
11	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.89
12	Peso Especifico Aparente	gr/cm <sup>3</sup>	2.96
13	Porcentaje de Absorción	%	1.21

KLAFLER SAC  
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. María Paola Dueñas  
ASESORA TÉCNICA CIP: 78938  
Especialización: Mecánica de Suelos  
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO  
LOCAL TAMBÓ : PSE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

UIC 20487134911  
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA  
CONCRETO, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 - 2020/INSD - Indecopi.

## **Anexo N°09: Diseños De Mezcla**

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/DSD -



**KLAFER S.A.C.**

**Indecopi**

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH. YARANGA RAMOS PAOLA YOLANDA

TESIS : "CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON FIBRA DE VIDRIO  
PARA PAVIMENTOS DE ALTO TRÁNSITO"

FECHA RECEP. : 04 DE DICIEMBRE DEL 2021

FECHA EMIS. : 13 DE DICIEMBRE DEL 2021

CANTERA : CACHYACU

**DISEÑO DE MEZCLA f<sub>c</sub> 360 kg/cm<sup>2</sup>**

**1.- DATOS RESUMEN.**

PROPIEDADES	PE	FUC	FUS	%A3	%W	mlf
CEMENTO	3.75					
AGREGADO FINO	2.86	1693	1639	1.21	4.18	2.61
AGREGADO GRUESO	2.77	1451	1398	0.96	3.55	7.20

**2.- SUMA**

**3.- T.M.N**

**4.- AGUA**

3" 1/2" 207.50 Litros

**5.- AIRE ATRAPADO**

2.5 %

**6.- RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA f<sub>cr</sub>**

f<sub>c</sub> 360 kg/cm<sup>2</sup>  
f<sub>cr</sub> 554 kg/cm<sup>2</sup>

**7.- RELACION AGUA CEMENTO A/C**

A/C 0.31

**cantidad de cemento**

474.58 kg  
15.87 tn

**8.- APOORTE DEL AGREGADO GRUESO:**

volumen AG 0.57  
peso AG 827.07 kg

**9.- VOLUMENES ABSOLUTOS**

CEMENTO 0.214 m<sup>3</sup>  
AGUA 0.208 m<sup>3</sup>  
AIRE 0.025 m<sup>3</sup>  
VOLUMEN AG 0.298 m<sup>3</sup>  
0.745 m<sup>3</sup>  
VOLUMEN AF 0.294 m<sup>3</sup>

**10.- PESO DEL AGREGADO FINO**

peso AF 726.44 kg

**11.- PRESENTACION EN SECO**

CEMENTO 474.58 kg  
AF 726.44 kg  
AG 827.07 kg  
AGUA 207.50 Litros

**12.- CORRECCION POR HUMEDAD**

AF 754.81 kg  
AG 854.43 kg

**KLAFER S.A.C.**  
**UNIDAD DE INGENIERIA**

Ing. María Piedad Dueñas  
INGENIERA EN CIENCIAS DE SUELOS  
Especialista en Muestreo de Suelos  
C.O.T.S. - CANTON

**13.- APOORTE DE AGUA**

AF 21.58 Litros  
AG 21.42 Litros  
43.00

**14.- AGUA FRESCA**

AF 144.50 Litros

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO  
LOCAL TAMBIL : PSE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

TUC 20487134911  
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA  
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, BÓLGAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 - 2020/DSD - Indecopi.

**Anexo N°10: Certificado De Ensayo De Resistencia a  
Compresión**

Registrado mediante Resolución N°  
009178 - 2020/DSD -

**Indecopi**



CERTIFICADO N° 00122965

**KLA FER S.A.C.**

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

TESIS : "CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALTO TRÁNSITO"  
SOLICITANTE : BACH. YRANGA RAMOS PAOLA YOLANDA

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS  
ESTANDAR DE CONCRETO ASTM C - 39**

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	AREA (cm <sup>2</sup> )	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg)	TENSIÓN MÁXIMA	F <sub>c</sub> DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	% ALCANZADO	MUESTRA	% DE FIBRA DE VIDRIO	PROMEDIO F <sub>c</sub> DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	22/11/2021	19/01/2022	313.75	28	880700	8906.407	286.28	360	79.51	M-07	0.12	286.44
2	22/11/2021	19/01/2022	312.5	28	857100	8799.877	279.68	360	77.69	M-08	0.12	
3	22/11/2021	19/01/2022	313	28	906400	9242.078	293.42	360	81.51	M-09	0.12	

7 DIAS	=>70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	=>80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	=>100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

**KLA FER SAC  
UNIDAD DE INGENIERÍA**

Ing. María Yvelia Duchas  
ABESCH C. INMCO C.P. 7899  
Especialista en Mecánica de Suelos  
Concreto y Geotecnia

**OBSERVACIÓN:** Muestra remitida por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de la misma.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPÍ, G.P. 004 - 1993)

LOCAL HUANCAYO : AV. CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO  
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTA U.S.C.P.

USC 20487134911  
CEL. 945510108

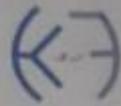
LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA  
CONCRETO, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, BÓVEDAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Regist. la muestra Resolución N° 009178-2020/DSD - Indecopi.

Registrado mediante Resolución N°  
009178 - 2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLA FER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

TEMA : CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALTO TRÁNSITO  
SOLICITANTE : BACH. YARANGA RAMOS PAOLA YOLANDA

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS  
ESTANDAR DE CONCRETO ASTM C - 39**

N°	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	AREA (cm <sup>2</sup> )	EDAD (DIAS)	CARGA MAXIMA (N)	CARGA MAXIMA (Kg.)	TENSION MAXIMA	F'c DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	% ALCANZADO	MUESTRA	% DE FIBRA DE VIDRIO	PROMEDIO F'c DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	23/12/2021	20/01/2022	312.5	28	1137000	115041.73	371.01	360	103.06	M-16	0.24	365.22
2	23/12/2021	20/01/2022	316.76	28	1058400	107926.76	341.26	360	94.79	M-17	0.24	
1	23/12/2021	20/01/2022	313.75	28	1179600	120285.72	383.38	360	106.48	M-18	0.24	

7 DIAS	=>70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	=>80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	=>100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

KLA FER S.A.C.  
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. Miro Peña Dueñas  
ABOGADO TECNICO C.P. 79938  
Especialista en Mecánica de Suelos,  
Concreto y Geotecnia

OBSERVACIÓN : Muestra recibida por el solicitante. El laboratorio, no se responsabiliza por la veracidad de la misma.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERIA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (IGUA PERUANA INDECOPY - GP 004 - 1993)

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO  
LOCAL TAMBÓ : PSE CAMPOS 163 FRENTE U.S.C.P.

UIC 20487134911  
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,  
CONCRETO, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 - 2020/DSD - Indecopi

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLA FER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

TEMA: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADQUIN CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALTO TRANSITO  
SOLICITANTE: SACH. YARANGA RAMOS PAOLA YOLANDA

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS  
ESTANDAR DE CONCRETO ASTM C - 39**

N°	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPURA	AREA (cm <sup>2</sup> )	EDAD (DIAS)	CARGA MAXIMA (N)	CARGA MAXIMA (Kg)	TENSION MAXIMA	F + DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	% ALCANZADO	MUESTRA	% DE FIBRA DE VIDRIO	PROMEDIO F + DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	24/11/2021	21/01/2022	311.25	28	882100	90051.128	283.32	360	80.37	M-25	0.36	299.87
2	24/11/2021	21/01/2022	312.5	28	914500	93253.048	298.41	360	82.89	M-25	0.36	
3	24/11/2021	21/01/2022	315	28	963400	98238.46	311.87	360	86.63	M-25	0.36	

7 DIAS	= 70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	= 80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	= 100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

KLA FER S.A.C.  
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. Mary Peña Dueñas  
ABECOP TECNICO CIP: 78836  
Especialista en Mecánica de Suelos  
Concreto y Geotecnia

OBSERVACIÓN: Muestra remitida por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de la misma

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (LÍNEA PERUANA INDECOPÍ - 02.004 - 1992)

LOCAL HUANCAYO: AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO  
LOCAL TAMBÓ: PSE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC: 20487134911  
CEL: 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,  
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS: BOGAL, AGRIICADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

## **Anexo N°11: Certificado De Ensayo A Flexión**

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLA FER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

TESIS : CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALT  
SOLICITANTE : BACH. YARANGA RAMOS PAOLA YOLANDA

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (kgf)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	ANCHO PROMEDIO DE LA UNIDAD (cm)	ALTURA PROMEDIO DE LA UNIDAD (mm)	MÓDULO DE ROTURA EN EL PLANO DE FALLA (kg/cm <sup>2</sup> )	MUESTRA	% DE FIBRA DE VIDRIO	PROMEDIO F: DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )
1	22/12/2021	19/01/2022	28	75700	20.00	360	10.00	63.08	M-10	0.12	63.28
2	22/12/2021	19/01/2022	28	79400	20.00	360	10.00	51.17	M-11	0.12	
3	22/12/2021	19/01/2022	28	71500	20.00	360	10.00	59.58	M-12	0.12	

KLA FER S.A.C.  
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. María Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CP: 79938  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Geotecnia

OBSERVACIÓN : Muestra remitida por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de la misma.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (LÍNEA PERUANA INDECOP: GP 006 - 1993)

LOCAL HUANCAYO : AV. CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO  
LOCAL TAMBÓ : PSJE CAMPOS 143 FRENTA U.S.C.P.

TUC: 2048714931  
CEL: 945510108

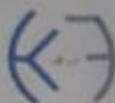
SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA  
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGÜE, ENSAYOS DE  
RESISTENCIA ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi

Registrado mediante Resolución N°  
009178 - 2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLA FER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

TESIS : CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALT  
SOLICITANTE : BACH. YARIANGA RAMOS PAOLA YOLANDA

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ABERTURA	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (kgf)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	ANCHO PROMEDIO DE LA UNIDAD (cm)	ALTURA PROMEDIO DE LA UNIDAD (cm)	MÓDULO DE ROTURA EN EL PLANO DE FALLA (kg/cm <sup>2</sup> )	MUESTRA	% DE FIBRA DE VIDRIO	PROMEDIO F y DISCO (kg/cm <sup>2</sup> )
1	22/12/2021	19/01/2022	28	75700	20.00	360	10.00	65.08	M-10	0.12	51.28
2	22/12/2021	19/01/2022	28	73400	20.00	360	10.00	61.17	M-11	0.12	
3	22/12/2021	19/01/2022	28	71500	20.00	360	10.00	59.58	M-12	0.12	

KLA FER S.A.C.  
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mariela Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP: 78936  
Especialista en Mecánica de Suelos,  
Concreto y Geotecnia

OBSERVACIÓN : Muestra remitida por el solicitante. El laboratorio, no se responsabiliza por la veracidad de la misma.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (LAW PERUANA INCOEPI: SP 004 - 1993)

LOCAL HUANCAYO : AV. CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.  
LOCAL TAMBILAS : PISO CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

TIC: 20487134911  
CEL: 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA  
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, REX-AL, ALGEBRAKOH, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
RESISTENCIA ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 - 2020/DSD - Indecopi.

Registrado mediante Resolución N°  
009178 - 2020/DSD -

Indecopi



KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

TEMA : CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADQUIN CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALT  
SOLICITANTE : BACH. YARANGA RAMOS PAOLA YOLANDA

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN

N°	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (kgf)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	ANCHO PROMEDIO DE LA UNIDAD (cm)	ALTURA PROMEDIO DE LA UNIDAD (cm)	MODULO DE ROTURA EN EL PLANO DE FALLA (kg/cm <sup>2</sup> )	MUESTRA	% DE FIBRA DE VIDRIO	PROMEDIO F.C. DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )
1	14/12/2021	21/01/2022	28	69700	20.00	360	10.00	58.08	M-25	0.36	57.11
2	24/12/2021	21/01/2022	28	68500	20.00	360	10.00	57.08	M-26	0.36	
3	24/12/2021	21/01/2022	28	67400	20.00	360	10.00	56.17	M-27	0.36	

KLAFER SAC  
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mariela Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP: 78938  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Geotecnia

OBSERVACIÓN : Muestra remitida por el solicitante. El laboratorio, no se responsabiliza por la veracidad de la misma.

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

LOCAL HUANCAYO : AV. CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO  
LOCAL TAMBORA : PSE. CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

Tel: 20487134911  
Cel: 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA  
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, BÓLGAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGÜE, ENSAYOS DE  
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 - 2020/DSD - Indecopi.

## **Anexo N°12: Procesamientos De Datos**



## PROCESAMIENTO DE DATOS

TESIS: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALTO TRÁNSITO

DIMENSIONES					
MUESTRA	% FIBRA DE VIDRIO	LARGO	ANCHO	ALTURA	PESO
19	0,36	25,10	12,50	10,00	7,052
20	0,36	25,00	12,50	10,00	7,101
21	0,36	25,10	12,66	9,90	7,045
22	0,36	25,10	12,50	9,90	7,073
23	0,36	25,20	12,50	10,00	7,1088
24	0,36	25,00	12,50	10,00	7,1067
25	0,36	24,90	12,50	10,10	7,1094
26	0,36	25,00	12,50	10,00	7,110
27	0,36	25,00	12,60	10,10	7,090

## PROCESAMIENTO DE DATOS

TESIS: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALTO TRÁNSITO

MUESTRA	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	% FIBRA DE VIDRIO	fc DISEÑADO	CARGA MAXIMA
M-07	27-12-2021	19-01-2022	0,12	360	880,7
M-08	22-12-2021	14-01-2022	0,12	360	857,1
M-09	22-12-2021	19-01-2022	0,12	360	906,4
M-16	23-12-2021	20-01-2022	0,24	360	1132,0
M-17	23-12-2021	20-01-2022	0,24	360	1058,4
M-18	23-12-2021	20-01-2022	0,24	360	1129,6
M-25	24-12-2021	21-01-2022	0,36	360	883,1
M-26	24-12-2021	21-01-2022	0,36	360	914,5
M-27	24-12-2021	21-01-2022	0,36	360	963,4

## PROCESAMIENTO DE DATOS

TESIS: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON FIBRA DE VIDRIO PARA PAVIMENTOS DE ALTO TRÁNSITO

MUESTRA	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	% FIBRA DE VIDRIO	CARGA MAXIMA	CARGA MAXIMA
M-10	22/12/2021	19/01/2022	0.12	75.7	
M-11	22/12/2021	19/01/2022	0.12	73.4	
M-12	23/12/2021	19/01/2022	0.12	76.5	
M-14	23/12/2021	20/01/2022	0.14	72.7	
M-20	23/12/2021	20/01/2022	0.24	70.7	
M-21	23/12/2021	20/01/2022	0.74	71.2	
M-25	24/12/2021	21/01/2022	0.36	69.7	
M-26	24/12/2021	21/01/2022	0.36	68.5	
M-27	24/12/2021	21/01/2022	0.36	67.4	

## **Anexo N°13 Panel Fotográfico**



**Vista 01:** Vista panorámica de materiales; AG, AF, CEMENTO, AGUA Y FIBRA.



**Vista 02:** Peso de la arena fina.



**Vista 04:** Peso de la arena gruesa.



**Vista 05:** Peso de Cemento tipo I.



**Vista 06:** Peso de agua.



**Vista 07:** Vista de levantamiento topográfico.



**Vista 08:** mezcla de Fibra de vidrio con el concreto.



**Vista 09:** llenado de concreto a los moldes de adoquín.



**Vista 10:** Semi pulido al adoquín.



**Vista 11:** Medida de ancho de adoquín 12.5 cm.



**Vista 12:** Medida de largo de adoquín 25 cm.



**Vista 13:** Medida de largo de adoquín 25 cm y E:10 cm.



**Vista 14:** Desencofrado de adoquín y colocación los datos de la muestra.



**Vista 15:** Ensayo de absorción y peso de adoquín M-10.



**Vista 16:** Colocación de las muestras en la posa para su respectivo curado.



**Vista 17: Ensayo a flexión de la muestra M-21**



**Vista 18: Ensayo A Compresión De La Muestra M-7**



**Vista 19: Ensayo A Compresión De La Muestra M-8**



**Vista 20: Ensayo A Compresión De La Muestra M-9**



**Vista 21: Ensayo A Compresión De La Muestra M-16**



**Vista 22: Ensayo A Compresión De La Muestra M-17**



**Vista 23: Ensayo A Compresión De La Muestra M-18**



**Vista 24: Ensayo A Compresión De La Muestra M-25**



**Vista 25: Ensayo A Compresión De La Muestra M-26**



**Vista 26: Ensayo A Compresión De La Muestra M-27**