

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

---

“Influencia De La Fibra De Acero Tréfil En Las Propiedades Del  
Concreto Aplicado A Losas Industriales De Pavimento Rígido- Coishco -  
2022”

---

**Tesis Para Obtener El Título Profesional De Ingeniero Civil**

**Autores:**

Bach. Dioses Granados, Anthony Junior

Código ORCID: 0009-0001-8227-5280

Bach. Iparraguirre López, Dennis Anthony

Código ORCID: 0009-0008-1323-761X

**Asesora:**

Ms. Ing. Álvarez Asto, Luz Esther

DNI: 32968961

Código ORCID: 0000-0001-9050-7611

**Nuevo Chimbote - Perú**

**2025**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

---

**“Influencia De La Fibra De Acero Tréfil En Las Propiedades Del  
Concreto Aplicado A Losas Industriales De Pavimento Rígido- Coishco -  
2022”**

---

**Tesis Para Obtener El Título Profesional De Ingeniero Civil**  
**REVISADO Y APROBADO POR:**

Ms. Ing. Álvarez Asto, Luz Esther

Asesora

DNI:32968961

Código ORCID: 0000-0001-9050-7611

**Nuevo Chimbote - Perú**

**2025**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**“Influencia De La Fibra De Acero Tréfil En Las Propiedades Del Concreto  
Aplicado A Losas Industriales De Pavimento Rígido – Coishco – 2022”**

REVISADO Y APROBADO POR EL JURADO EVALUADOR:

**Dr. Abner Itamar León Bobadilla**

**PRESIDENTE**

**Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz**

**SECRETARIO**

**Ms. Luz Esther Álvarez Asto**

**INTEGRANTE**

**Nuevo Chimbote - Perú**

**2025**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

# FACULTAD DE INGENIERÍA

## Escuela Profesional de Ingeniería Civil

### - EPIC -

### ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 05 días del mes de agosto del año dos mil veinticinco, siendo las 10:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 264-2025-UNS-CFI, con fecha 09.06.2025, integrado por los siguientes docentes: Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Presidente), Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Secretario), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Integrante), Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla (Accesitaria), en base a la Resolución Decanal N° 493-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: **"INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DE CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RÍGIDO - COISHCO - 2022"**, presentado por los Bachilleres **IPARRAGUIRRE LÓPEZ DENNIS ANTHONY** con cód. N° 0201413028 y **DIOSES GRANADOS ANTHONY JUNIOR** con cód. N° 0201413017, quienes fueron asesorados por la docente Ms. Luz Esther Álvarez Asto según lo establece la T. Resolución Decanal N° 285-2022-UNS-FI, de fecha 26.05.2022.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
DIOSES GRANADOS ANTHONY JUNIOR	DIECISIETE	BUENO

Siendo las 11:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 05 de agosto de 2025.

  
Dr. Abner Itamar León Bobadilla  
Presidente

  
Ms. Julio César Rivasplata Díaz  
Secretario

  
Ms. Luz Esther Álvarez Asto  
Integrante





**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

# FACULTAD DE INGENIERÍA

## Escuela Profesional de Ingeniería Civil

- EPIC -

### ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS


A los 05 días del mes de agosto del año dos mil veinticinco, siendo las 10:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 264-2025-UNS-CFI, con fecha 09.06.2025, integrado por los siguientes docentes: Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Presidente), Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Secretario), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Integrante), Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla (Accesitaria), en base a la Resolución Decanal N° 493-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: **"INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DE CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RÍGIDO - COISHCO - 2022"**, presentado por los Bachilleres **IPARRAGUIRRE LÓPEZ DENNIS ANTHONY** con cód. N° 0201413028 y **DIOSES GRANADOS ANTHONY JUNIOR** con cód. N° 0201413017, quienes fueron asesorados por la docente Ms. Luz Esther Álvarez Asto según lo establece la T. Resolución Decanal N° 285-2022-UNS-FI, de fecha 26.05.2022.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:


BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
IPARRAGUIRRE LÓPEZ DENNIS ANTHONY	DIECISIETE	BUENO

Siendo las 11:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 05 de agosto de 2025.

  
Dr. Abner Itamar León Bobadilla  
Presidente

  
Ms. Julio César Rivasplata Díaz  
Secretario

  
Ms. Luz Esther Álvarez Asto  
Integrante



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: LUZ ALVAREZ ASTO  
Título del ejercicio: Revisión tesis 2025  
Título de la entrega: "Influencia De La Fibra De Acero Tréfil En Las Propiedades Del ...  
Nombre del archivo: INFORME\_DE\_TESIS-\_FIBRAS\_DE\_ACERO\_TREFIL\_2025\_30-08.pdf  
Tamaño del archivo: 2.87M  
Total páginas: 107  
Total de palabras: 24,530  
Total de caracteres: 121,793  
Fecha de entrega: 30-ago-2025 09:56p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega: 2682313189

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

"Influencia De La Fibra De Acero Tréfil En Las Propiedades Del  
Concreto Aplicado A Losas Industriales De Pavimento Rígido- Coishco -  
2022"

Tesis Para Obtener El Título Profesional De Ingeniero Civil

**Autores:**

Bach. Dioses Granados, Anthony Junior  
Código ORCID: 0009-0001-8227-5280

Bach. Iparraguirre López, Dennis Anthony  
Código ORCID: 0009-0008-1323-761X

**Asesora:**

Ms. Ing. Álvarez Asto, Luz Esther  
DNI: 32968961  
Código ORCID: 0000-0001-9050-7611

Nuevo Chimbote - Perú  
2025

# "Influencia De La Fibra De Acero Tréfil En Las Propiedades Del Concreto Aplicado A Losas Industriales De Pavimento Rígido-Coishco - 2022"

## INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

8%

2

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

2%

3

[repositorio.uns.edu.pe](https://repositorio.uns.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

4

[repositorio.uss.edu.pe](https://repositorio.uss.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

5

[repositorio.ucv.edu.pe](https://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

6

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

1%

7

[repositorio.upla.edu.pe](https://repositorio.upla.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

8

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

1%

9

[repositorio.uandina.edu.pe](https://repositorio.uandina.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

10

Submitted to Universidad Nacional de Trujillo

Trabajo del estudiante

<1%

11

[www.slideshare.net](https://www.slideshare.net)

Fuente de Internet

<1%

Submitted to uncedu

## DEDICATORIA

### A Dios.

Quien día a día me da fuerzas para seguir adelante, y superar cada adversidad. A mi madre **Sonia Granados**.

Quien es mi motivación principal, por su esfuerzo diario y sus palabras de aliento y superación, que cada día hizo que nazca en mí el afán de superación.

A mi padre **Milen Dioses**.

Por su apoyo en los momentos importantes y siempre darme la mano, cuando lo necesite.

A mi hermana y sobrinos, **Cinthia, Melany y Carlos**.

Quienes me tuvieron paciencia, comprensión, y siempre me dieron su apoyo incondicional.

**ANTHONY JUNIOR**

### A Dios.

Quien día a día me da fuerzas para seguir adelante, y superar cada adversidad.

A mi madre **Isolina López**.

Quien es mi motivación principal, por su esfuerzo diario y sus palabras de aliento y superación, que cada día hizo que nazca en mí, el afán de superación y de no darme por vencido.

A mi padre **Marco Iparraguirre**.

Por su apoyo en los momentos importantes, por la esperanza depositada en mí y por siempre darme la mano, cuando lo necesite.

A mis hermanos, primos sobrinos y tíos.

Quienes me tuvieron paciencia, comprensión, y siempre me dieron su apoyo incondicional.

**DENNIS ANTHONY**



## **AGRADECIMIENTO**

A nuestra familia, que, con su aliento y motivación, nos apoyaron en la realización de este objetivo.

A la Universidad Nacional del Santa por acogernos en sus aulas e inculcarnos sus conocimientos y valores.

A nuestra querida Asesora, que en todo momento nos dio su apoyo y siempre nos motivó, le damos mil gracias, nuestro respeto y admiración.

**Dennis y Anthony**





## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>II</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>III</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>IV</b>
<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE ECUACIONES .....</b>	<b>XI</b>
<b>LISTA DE ANEXOS .....</b>	<b>XII</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>XIII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XIV</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2. OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.1. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>18</b>
<b>1.3. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....</b>	<b>18</b>
<b>1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.1. PAVIMENTOS.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.1.a. DEFINICIÓN .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.2. TIPOS DE PAVIMENTO .....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.2.a. PAVIMENTO RÍGIDO.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.3. LOSAS INDUSTRIALES.....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.4. MÉTODOS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS .....</b>	<b>34</b>
<b>2.2.4.a. METODOLOGÍA DE DISEÑO AASHTO 93.....</b>	<b>35</b>
<b>2.3. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>48</b>
<b>2.3.1. CEMENTO .....</b>	<b>48</b>
<b>2.3.1.a. TIPOS DE CEMENTO.....</b>	<b>49</b>
<b>2.3.2. AGREGADOS .....</b>	<b>50</b>
<b>2.3.2.a. DEFINICIÓN .....</b>	<b>50</b>
<b>2.3.2.b. CARACTERÍSTICAS .....</b>	<b>50</b>



2.3.2.c.	CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS .....	53
2.3.2.d.	AGREGADO FINO .....	53
2.3.2.e.	AGREGADO GRUESO .....	53
2.3.3.	AGUA .....	54
2.4.	CONCRETO.....	55
2.4.1.	DEFINICIÓN .....	55
2.4.2.	LOS COMPONENTES DEL CONCRETO .....	57
2.4.3.	PROPIEDADES DEL CONCRETO .....	58
2.4.3.a.	PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO .....	58
2.4.3.b.	PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO ...	63
2.4.4.	ETAPAS DE ELABORACIÓN DEL CONCRETO .....	65
2.5.	DISEÑO DE MEZCLA .....	68
2.5.1.	GENERALIDADES .....	68
2.5.2.	REQUISITOS.....	69
2.5.3.	PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS.....	70
2.6.	FIBRAS .....	73
2.6.1.	GENERALIDADES .....	73
2.6.2.	CLASIFICACIÓN .....	74
2.6.2.a.	POR MATERIAL .....	74
2.6.3.	APLICACIONES .....	75
<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA.....</b>		<b>76</b>
3.1.	ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN.....	77
3.2.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	77
3.2.1.	MÉTODO DE ESTUDIO .....	77
3.3.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	78
3.4.	POBLACIÓN .....	80
3.5.	MUESTRA.....	80
3.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	82
3.6.1.	VARIABLES .....	82
3.6.1.a.	VARIABLE INDEPENDIENTE .....	82
3.6.1.b.	VARIABLE DEPENDIENTE.....	82
3.6.2.	DEFINICIÓN CONCEPTUAL .....	82
3.6.3.	DEFINICIÓN OPERACIONAL .....	83
3.7.	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	83
3.7.1.	TÉCNICA .....	83
3.7.2.	INSTRUMENTO.....	83



<b>CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>	<b>88</b>
<b>4.1.    RESULTADOS.....</b>	<b>89</b>
<b>4.1.1.    DISEÑO DE MEZCLA .....</b>	<b>89</b>
<b>4.1.2.    ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN .....</b>	<b>90</b>
<b>4.1.2.a.    ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....</b>	<b>90</b>
<b>4.1.2.b.    ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.....</b>	<b>93</b>
<b>4.1.3.    ÓPTIMO PORCENTAJE DE FIBRA DE ACERO TRÉFIL .....</b>	<b>97</b>
<b>4.1.4.    RELACIÓN MATEMÁTICA ENTRE FIBRA DE ACERO TREFIL Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN.....</b>	<b>101</b>
<b>4.1.5.    COMPARACIÓN A NIVEL TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO CON CONCRETO CONVENCIONAL Y CON FIBRA DE ACERO</b>	<b>103</b>
<b>4.1.5.a.    COMPARACIÓN TÉCNICA DE PAVIMENTO CON Y SIN FIBRA</b>	<b>104</b>
<b>4.1.5.b.    COMPARACIÓN ECONÓMICA DE PAVIMENTO CON Y SIN FIBRA</b>	<b>106</b>
<b>4.1.6.    PRUEBA DE HIPÓTESIS .....</b>	<b>108</b>
<b>4.2.    DISCUSIONES.....</b>	<b>111</b>
<b>4.2.1.    DISCUSIÓN DE RESULTADOS E HIPOTESIS.....</b>	<b>111</b>
<b>4.2.2.    DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y ANTECEDENTES.....</b>	<b>112</b>
<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>115</b>
<b>5.1.    CONCLUSIONES.....</b>	<b>116</b>
<b>5.2.    RECOMENDACIONES.....</b>	<b>117</b>
<b>CAPITULO VI: BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>119</b>
<b>6.1.    REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>120</b>
<b>CAPITULO VII  ANEXOS.....</b>	<b>124</b>



## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2Tn, en el Carril de Diseño</i> .....	38
<b>Tabla 2.</b> <i>Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn, en el Carril de Diseño</i> .....	38
<b>Tabla 3.</b> <i>Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn, en el Carril de Diseño</i> .....	39
<b>Tabla 4.</b> <i>Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi); Índice de Serviciabilidad Final o Terminal (Pt), Diferencial de Serviciabilidad Según Rango de Tráfico</i> .....	40
<b>Tabla 5.</b> <i>Valores Recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Z) Para una sola etapa de 20 años según rango de Tráfico</i> .....	41
<b>Tabla 6.</b> <i>CBR mínimos recomendados para la Subbase Granular de Pavimentos Rígidos según Intensidad de Tráfico expresado en EE</i> .....	44
<b>Tabla 7.</b> <i>Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según rango de Tráfico</i> .....	45
<b>Tabla 8.</b> <i>Coeficientes de Transmisión de Carga J</i> .....	48
<b>Tabla 9.</b> <i>Componentes Químicos Principales presentes en el Cemento</i> .....	49
<b>Tabla 10.</b> <i>Óxidos Componentes Principales presentes en el Cemento</i> .....	49
<b>Tabla 11.</b> <i>Granulometría del Agregado Fino</i> .....	53
<b>Tabla 12.</b> <i>Requisitos de performance del concreto para el agua de mezcla</i> .....	55
<b>Tabla 13.</b> <i>Límites admitidos para el agua de mezcla y curado</i> .....	55
<b>Tabla 14.</b> <i>Asentamiento por elemento</i> .....	71
<b>Tabla 15.</b> <i>Cantidad de Agua y aire según asentamiento de concreto</i> .....	71
<b>Tabla 16.</b> <i>Relación a/c y esfuerzo de compresión a los 28 días de curado</i> .....	72
<b>Tabla 17.</b> <i>Volumen de agregado grueso compactado por unidad de volumen de concreto</i> .....	72
<b>Tabla 18.</b> <i>Cantidad de Muestras para ensayos de Resistencia a la Compresión</i> .....	81
<b>Tabla 19.</b> <i>Cantidad de Muestras para ensayos de Resistencia a la Flexión</i> .....	81
<b>Tabla 20.</b> <i>Normas usadas</i> .....	84
<b>Tabla 21.</b> <i>Resultados de Dosificación del Diseño de Mezcla</i> .....	89
<b>Tabla 22.</b> <i>Contenido de Fibra por Espécimen de Concreto</i> .....	89
<b>Tabla 23.</b> <i>Contenido de Fibra por Prisma de concreto</i> .....	89
<b>Tabla 24.</b> <i>Cálculo de carga por Ejes Equivalentes</i> .....	104
<b>Tabla 25.</b> <i>Parámetros de Diseño</i> .....	105



<b>Tabla 26.</b> Grupos de Análisis de Resistencia a la Compresión.....	108
<b>Tabla 27.</b> Análisis de la Varianza para los grupos de Resistencia a la Compresión ..	108
<b>Tabla 28.</b> Diferencia Poblacional entre los Grupos de Análisis de Resistencia a la Compresión.....	109
<b>Tabla 29.</b> Grupos de Análisis de Resistencia a la Flexión.....	109
<b>Tabla 30.</b> Análisis de Varianza para grupos de Resistencia a la Flexión.....	109
<b>Tabla 31.</b> Diferencia Poblacional entre los Grupos de Análisis.....	110





## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Pavimento de concreto .....	28
<b>Figura 2.</b> Componentes principales del Pavimento Rígido .....	28
<b>Figura 3.</b> Juntas de Dilatación.....	29
<b>Figura 4.</b> Esquema de Pavimento de Concreto Simple con Juntas.....	30
<b>Figura 5.</b> Esquema de pavimento de concreto reforzado con juntas .....	31
<b>Figura 6.</b> Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Subrasante .....	43
<b>Figura 7.</b> Fases de Saturación de los agregados .....	51
<b>Figura 8.</b> Proporciones Típicas en Volumen Absoluto de los Componentes del Concreto .....	57
<b>Figura 9.</b> Resultados de Muestra de Concreto Patrón .....	90
<b>Figura 10.</b> Resultados de Muestra de Concreto con Adición del 3% de Fibra de Acero Tréfil.....	91
<b>Figura 11.</b> Resultados de Muestra de Concreto con Adición del 5% de Fibra de Acero Tréfil.....	92
<b>Figura 12.</b> Resultados de Muestra de Concreto con Adición del 8% de Fibra de Acero Tréfil.....	93
<b>Figura 13.</b> Resultados de Ensayo de Resistencia a la Flexión – Concreto Patrón .....	94
<b>Figura 14.</b> Resultados de Ensayo de Resistencia a la Flexión – Concreto con 3% de Adición de Fibra .....	95
<b>Figura 15.</b> Resultados de Ensayo de Resistencia a la Flexión – Concreto con 5% de Adición de Fibra .....	96
<b>Figura 16.</b> Resultados de Ensayo de Resistencia a la Flexión – Concreto con 8% de Adición de Fibra .....	97
<b>Figura 17.</b> Resultados de Ensayos de Resistencia a la Compresión.....	98
<b>Figura 18.</b> Ensayos de Probetas con Optimo % de Fibra de Acero Tréfil .....	99
<b>Figura 19.</b> Resultados de Ensayos de Resistencia a la Flexión.....	100
<b>Figura 20.</b> Ensayos de Vigas con Óptimo Contenido de Fibra .....	101
<b>Figura 21.</b> Resultados de Ensayos de Resistencia a la Compresión.....	102
<b>Figura 22.</b> Resultados de Ensayos de Resistencia a la Flexión.....	103
<b>Figura 23.</b> Esquema de Pavimento Rígido de Concreto Patrón y Concreto Con 5% de Adición de Fibra de Acero Tréfil.....	105



<b>Figura 24. Comparación de Presupuestos de Pavimento con Concreto Convencional y Concreto con adición del 5% de Fibra de Acero Trefil .....</b>	<b>107</b>
<b>Figura 25. Medias de Resistencia a la Flexión.....</b>	<b>110</b>



## LISTA DE ECUACIONES

<i><b>Ecuación 1.</b></i>	<i>Cálculo de espesor de la capa de rodadura para un Pavimento Rígido ..</i>	<i>35</i>
<i><b>Ecuación 2.</b></i>	<i>Coeficiente de reacción de la sub base granular.....</i>	<i>44</i>
<i><b>Ecuación 3.</b></i>	<i>Módulo de Rotura del concreto .....</i>	<i>45</i>
<i><b>Ecuación 4.</b></i>	<i>Módulo de elasticidad del concreto .....</i>	<i>46</i>
<i><b>Ecuación 5.</b></i>	<i>Relación agua cemento .....</i>	<i>72</i>
<i><b>Ecuación 6.</b></i>	<i>Cálculo de muestra .....</i>	<i>81</i>



## **LISTA DE ANEXOS**

- ANEXO 1. PANEL FOTOGRÁFICO
- ANEXO 2. PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS
- ANEXO 3. DISEÑO DE MEZCLA
- ANEXO 4. RESULTADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
- ANEXO 5. RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
- ANEXO 6. ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR
- ANEXO 7. DISEÑO DE PAVIMENTO
- ANEXO 8. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO  
CON CONCRETO CONVENCIONAL
- ANEXO 9. PRESUPUESTO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO CON CONCRETO  
CONVENCIONAL
- ANEXO 10. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO  
CON CONCRETO CON FIBRA DE ACERO TRÉFIL
- ANEXO 11. PRESUPUESTO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO CON CONCRETO  
CON FIBRA DE ACERO TRÉFIL
- ANEXO 12. CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA
- ANEXO 13. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES
- ANEXO 14. MATRIZ DE CONSISTENCIA
- ANEXO 15. GRANULOMETRÍA DEL SUELO DE LA SUBRASANTE
- ANEXO 16. CÁLCULO DEL CBR DE LA SUBRASANTE
- ANEXO 17. PRUEBA DE HIPÓTESIS
- ANEXO 18. FICHA TÉCNICA DE LA FIBRA DE ACERO TRÉFIL



## RESUMEN

El siguiente estudio de investigación tiene como objetivo determinar la influencia de las fibras de acero tréfil en las propiedades del concreto, aplicado a losas industriales de pavimento rígido en el distrito de Coishco. Para lo cual se usó un diseño experimental, con un enfoque cuantitativo.

Se realizó el diseño de mezcla para una resistencia de  $280 \text{ kg/cm}^2$ , según la metodología del comité ACI – 211, asimismo añadimos fibra de acero tréfil en porcentajes de 3%, 5% y 8%. Se elaboró muestras de concreto tanto para probetas como para vigas, las cuales fueron ensayadas a la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión respectivamente.

Asimismo, determinamos una relación matemática que pueda calcular la resistencia a obtener según la cantidad de fibra de acero que se requiera añadir. Se definió el óptimo porcentaje de fibra de acero tréfil y se realizó el diseño de pavimento para ambos casos, con un concreto convencional y con un concreto con fibra. Finalmente se realizó su comparación económica.

Donde llegamos a concluir que el porcentaje óptimo de fibra es del 5%, se encontró la relación matemática para la resistencia a la compresión y flexión, también se determinó que un pavimento con fibra de acero disminuye su espesor de losa, de 20cm que salió con un concreto convencional a 15cm y, en lo económico, un pavimento rígido con fibra de acero es 5.4% más económico que un pavimento rígido convencional.

**Palabras claves:** Tréfil, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión





## ABSTRACT

The following research study aims to determine the influence of drawn steel fibers on the properties of concrete applied to industrial rigid pavement slabs in the Coishco district. An experimental design with a quantitative approach was used.

The mix design was performed for a strength of 280 kg/cm<sup>2</sup>, according to the ACI-211 committee methodology. Drawn steel fibers were also added at percentages of 3%, 5%, and 8%. Concrete samples were prepared for both test pieces and beams, which were tested for compressive and flexural strength, respectively.

We also determined a mathematical relationship that can calculate the strength to be obtained based on the amount of steel fiber required. The optimal percentage of drawn steel fibers was defined, and the pavement design was performed for both conventional and fiber-containing concrete. Finally, an economic comparison was made. We concluded that the optimal fiber percentage is 5%. We found the mathematical relationship for compressive and flexural strength. It was also determined that a pavement with steel fiber reduces the slab thickness from 20 cm with conventional concrete to 15 cm. Economically, a rigid pavement with steel fiber is 5.4% cheaper than a conventional rigid pavement.

Keywords: Trefil, compressive strength, flexural strength



# CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN



## **1.1.DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

**Effio y Quiñones (2021)**, hoy en día, con el crecimiento exponencial de empresas de todo el mundo situadas en grandes extensiones de terreno, necesitan edificios de alto rendimiento que maximicen los tiempos de ejecución y, lo que es más importante, minimicen los gastos de mantenimiento. Todo ello se conseguirá asegurando los mejores estándares de calidad para los materiales que se utilicen y una cuidadosa preparación.

**Silva y Pacheco (2023)**, mencionan que, las losas de concreto presentan rajaduras prematuramente lo cual repercute en la duración y tiempo de vida de los pisos industriales, debido a los pesos muertos y cargas dinámicas. Las losas de concreto en particular se ven dañadas por estas cargas, las cuales son de forma constante.

**Silva y Pacheco (2023)**, indican que, el uso de fibras en el reforzamiento de concreto ha tomado importancia en la construcción de losas industriales, debido a que son superficies considerables y realizarlas de la manera cotidiana con concreto armado, tienden a salir diseños de losas con espesor algo exagerado. Por esto, se escoge las fibras como opción para reforzar el concreto, porque disminuye adecuadamente el espesor, mejorando los recursos y el tiempo de construcción.

**Effio y Quiñones (2021)**, este tipo de sistemas deben ser utilizados en nuestro país, ya que, de aplicarse su uso en losas industriales, se reducirán los costos asociados al mantenimiento de las mismas. También es fundamental la implementación de procedimientos constructivos, cuya ejecución se oriente a optimizar la productividad y la obtención de resultados de mayor calidad.



A fin de brindar una mejor vía con altos estándares de calidad para la transitabilidad es que se deben investigar estas nuevas propuestas de procedimientos y que puedan ser implementados y normalizados en estos métodos de ejecución de pisos de concreto.

Este estudio se realizó teniendo en cuenta los factores antes mencionados, así como la realidad observada en las losas industriales de la ciudad de Coishco, donde se utilizó concreto convencional para su construcción. Eventualmente, estas losas desarrollaron fisuras debido a los esfuerzos a los que estuvieron sometidas, por variaciones de temperatura y debido a la exposición de agentes químicos.

Este estudio se centrará en las losas industriales sometidas a grandes cargas. Se ha descubierto que el desgaste causa un deterioro significativo en estas losas, que es la causa principal de asentamientos infames, grietas y otros problemas.

En consecuencia, es crucial investigar y analizar el comportamiento de las losas industriales alterando su composición básica y añadiendo fibra de acero como porcentaje de un nuevo material a la mezcla de hormigón. Los objetivos son mejorar sus propiedades y reducir la fisuración del hormigón para losas industriales.

### **1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo influirá adicionar las fibras de acero tréfil en el concreto para el diseño de losas industriales aplicado a pavimentos rígidos en Coishco?

## **1.2.OBJETIVOS**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

- Determinar la influencia de la fibra de acero tréfil en las propiedades del concreto aplicado a losas industriales de pavimento rígido-coishco-2022.



### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diseño de mezcla para el concreto patrón de resistencia  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> y para un concreto adicionando el 3%, 5% y 8% de fibra de acero tréfil.
- Determinar la resistencia a la compresión y flexión del concreto convencional y con adición de fibra de acero tréfil.
- Determinar el porcentaje óptimo de fibra de acero tréfil para mejorar la resistencia a la compresión y flexión de un concreto  $f'_c=280$ kg/cm<sup>2</sup>.
- Establecer una relación matemática que estime los valores de resistencia con la adición de fibra de acero tréfil.
- Comparar el diseño de pavimento rígido, técnico y económico, con adición de fibra de acero tréfil y uno convencional para losas industriales en Coishco.

### **1.3.FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Si se adiciona un porcentaje por m<sup>3</sup> de concreto de fibra de acero tréfil a las losas de concreto aplicado a losas industriales de pavimento rígido. Entonces ello influirá en las propiedades del concreto.

### **1.4.JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Para el desarrollo industrial resulta de vital importancia contar con pavimentos rígidos de gran calidad debido a que estos son expuestos a soportar distintas solicitaciones, ya sea por carga, por cambios de temperatura o por alguna sustancia química, y la ciudad de Coishco, en donde existen empresas industriales con gran tránsito de vehículos pesados, grúas y distintos otros factores que exigen un pavimento rígido de alta calidad, no es la excepción.

En vista de todo esto, este estudio se ejecuta con el deseo de ampliar el conocimiento y mostrar una opción viable eficiente a los problemas que comúnmente se presentan en las





losas de uso industrial, es por ello que los resultados de esta investigación serán de gran utilidad para las empresas industriales que busquen optimizar el rendimiento, la durabilidad y la calidad de sus losas industriales en general.

En Coishco se requiere potenciar la durabilidad, el ciclo de vida del elemento, así como la calidad de las losas de uso industrial. Por ello, se lleva a cabo este estudio considerando el aporte de las características mecánicas de la fibra de acero tréfil. Esta fibra permite aumentar la resistencia a la compresión y a la flexión del concreto tradicional, lo que finalmente genera resultados de calidad optimizada con prolongación en el periodo de durabilidad de las losas industriales.

Asimismo, este nuevo producto puede reducir las fisuras del concreto en su estado de fraguado inicial y le da una mejor distribución de esfuerzos en todo el plano del piso.

## **IMPORTANCIA**

Realizamos esta investigación con el genuino interés de brindar una eficiente alternativa de solución ante las comunes fallas que se presentan en las losas o pavimentos de uso industrial, ya que como bien sabemos, estos elementos son empleados para soportar solicitaciones elevadas de carga y fatiga. Es por ello, que la aplicación de una adición que mejore las características del concreto tradicional resulta de alta importancia. Hoy tomamos como punto de partida la adición de fibra tréfil, para determinar su incidencia en el comportamiento mecánico del concreto y con ellos, demostrar si esta adición puede ser aplicado a losas industriales. Por otro lado, nuestra investigación tiene importancia en campo propio de la investigación, ya que somos agentes de motivación a que más estudiantes se interesen por investigar nuevas alternativas que acompañados con las tecnologías puedan optimizar y mejorar la calidad de los pavimentos rígidos.



# **CAPÍTULO II**

# **MARCO TEÓRICO**



## 2.1. ANTECEDENTES

Este tema ha sido materia de estudio de diversas investigaciones tanto en nuestro país como a nivel internacional y, es que la importancia de este estudio no es ajeno a múltiples investigadores, quienes han obtenido resultados positivos, los cuales señalan que la incorporación de fibra trefil representan un medio eficiente para mejorar la calidad de los pavimentos de uso industrial. Podríamos examinar la bibliografía de los siguientes autores: Toribio y Ugaz, 2021; Espinoza y Espinoza, 2021; Coronel, 2023. Adicionalmente, se consultaron autores extranjeros, entre ellos Quintero y Castro (2020).

Los protagonistas de las investigaciones mencionadas anteriormente solo son un pequeño grupo de una inmensa lista de exploración en cuanto a los materiales para mejorar las características del concreto, las fibras mencionadas en estas pesquisas apuntan a mejorar en todas las situaciones, las resistencias a los esfuerzos tanto de compresión como de flexión. Se evaluaron distintos porcentajes de adiciones de los aditivos empleados.

### EN LO INTERNACIONAL:

**Quintero y Castro (2020)**, presentaron la tesis denominada “Influencia de las fibras metálicas, naturales (bagazo de caña de azúcar), sintéticas y de vidrio en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto”

Según este estudio, la fibra metálica es la que mejor incidencia positiva presenta en el hormigón. A los 28 días, la adición por m<sup>3</sup> de 15kg incrementa en el concreto hasta un 17% de resistencia a la compresión, en tanto la incorporación de 35kg alcanzaría una mejora hasta en un 8%. Por otro lado, la adición en proporciones de 4% incrementa hasta en un 13.28 la resistencia a la tracción, mientras que un 6% de adición puede representar una mejora de un 42.26%. Además, su evolución en el tiempo tiene un impacto positivo



alcanzando a los 28 días un incremento del 44.98% con la adición de 4% y hasta un 56.26% con una adición del 6%.

También puede confirmarse que esta mejora se refleja en su ductilidad cuando se compara el concreto con incorporación de fibras metálicas y sintéticas con el concreto convencional y se evalúa el aumento de la tensión residual. Es importante señalar que, siempre la mezcla de concreto se elabore conforme a las indicaciones señaladas por el fabricante, ya que esto asegurará que, el comportamiento reforzado con fibras manejará eficazmente las tensiones posteriores a la fisuración.

### **EN LO NACIONAL:**

**Toribio y Ugaz (2021)**, desarrollaron la tesis denominada “Evaluación del concreto reforzado con fibras de acero recicladas para mejorar las propiedades de un pavimento rígido”. El objetivo de esta investigación es determinar la afectación de las características mecánicas en pavimentos rígidos luego de la adición de fibras de acero, con la particularidad que el tipo de fibra empleado es de origen reciclado (RSF), el material es aprovechado de llantas usadas. Las muestras fueron analizadas a través de los ensayos de laboratorio empleando tres proporciones diferentes respecto al peso específico del concreto: 1%, 1.5% y 2%.

La metodología del estudio es aplicada, se basa en un diseño experimental, tiene un nivel de correlación y adopta un enfoque cuantitativo.

Según los resultados de la RF y la RC, los hormigones reforzados con FAR aumentaron hasta en un 19,42% y hasta en un 8,51%, respectivamente, mientras que el espesor del pavimento disminuyó 2,4 cm. Finalmente, luego de analizar las tres proporciones llegaron a determinar que la fibra de acero en proporción del 2% es el que ofrece mejores resultados en el comportamiento mecánico del concreto.



**Espinoza y Espinoza (2021)**, desarrollaron la tesis denominada “Propuesta de un pavimento rígido ultra delgado con fibras de polipropileno y fibras metálicas en Quillo - Ancash”.

En sus resultados, afirman que se utilizó el enfoque AASHTO 93 para construir un pavimento rígido utilizando hormigón con una resistencia de diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup>, que se aumentó a 340,60 kg/cm<sup>2</sup> añadiendo fibras de polipropileno y metálicas, en términos de proporciones, se alcanzó una mejora del 21.64%

Además, señalan que la aplicación de fibras y tecnologías de losa corta no pretende sustituir las prácticas actuales. Por el contrario, comienza como una sugerencia a tener en cuenta para su uso en nuestro mundo. con el fin de que se vea como un sustituto factible para los muchos tipos de carreteras de nuestra nación. con el fin de confirmar la fiabilidad del comportamiento.

Por otro lado, se aconseja tener especial cuidado con la incorporación de fibras de material en polipropileno, debido a que la trabajabilidad del hormigón disminuye con el aumento de la inclusión de fibras de polipropileno. Es por ello que, de emplearse este tipo de fibra, el responsable del diseño de mezcla deberá prever el uso de otros aditivos que aseguren esta característica y no represente un problema durante la colocación o vaciado.

**Coronel, Juan (2023)**, en su tesis “Influencia de las fibras de acero trefilado de alta calidad en las propiedades del concreto permeable para pavimentos rígidos” considerando su valor en pavimentos rígidos, el objetivo principal es determinar la afectación en las propiedades del concreto permeable con la incorporación de fibras de acero de primera calidad. Con un tamaño total de muestra de 81 especímenes, divididos en dos fases (fase I: 51 muestras y fase II: 2 muestras), este estudio utilizó una técnica cuantitativa. En la fase inicial, se obtuvo un hormigón típico con un módulo de rotura que alcanzo los



308kg/cm<sup>2</sup> y, a su vez obtuvo una resistencia a la compresión de 257 kg/cm<sup>2</sup>. Se crearon tres diseños de mezcla para la fase II, añadiendo fibra de acero de primera calidad a razón de 25 kg/m<sup>3</sup>, 35 kg/m<sup>3</sup> y 45 kg/m<sup>3</sup>. Los resultados mostraron incrementos del 11,8%, 16,8% y 21,7%, respectivamente, sobre el valor alcanzado en la fase I. El módulo de rotura también aumentó, con lecturas que fueron un 29,4%, 34,8% y 36,9% superiores a las de la fase I, respectivamente. Se demostró con ello que las fibras de acero estirado de alta calidad mejoraban considerablemente las características de resistencia a la compresión y a la flexión.

**Altamirano y Rivas (2022)**, en su tesis “Influencia de la adición de fibra de acero y vidrio molido en las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido de los jirones Abancay y Santa Teresa, Andahuaylas, 2022”, utilizando tres dosificaciones de adición de fibra de acero y vidrio molido (10 kg/m<sup>3</sup>, 30 kg/m<sup>3</sup> y 40 kg/m<sup>3</sup>), el objetivo era demostrar la importancia de la adición de estos materiales para la resistencia a compresión y flexión del hormigón en pavimentos rígidos con  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

En este estudio se utiliza un diseño experimental con un enfoque cuantitativo, en el cual finalmente, se demostró que las resistencias a flexión y compresión del hormigón aumentan considerablemente con el uso de 40 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero.

Además, se demostró que la incorporación de fibra de acero aumenta el coste del pavimento rígido en un 50%, pero la adición de fibra de vidrio molido aumenta el coste del pavimento convencional en un 10%.

De lo cual podemos verificar nuevamente que estos productos, las fibras, generan siempre un impacto positivo en las características del concreto. Este material se adicionó en distintas cantidades y, para los tres casos se dosificó su adición en función del peso del cemento, pues esta es una medida de control de fácil manejabilidad cuando su elaboración



sea realizada en obra, ya que con ello estaríamos facilitando tanto la ejecución como la supervisión de dicha actividad.

De este modo también se propicia una manera sencilla de realizar los análisis de costos unitarios para los pisos de concreto con incorporación de fibras, ya que, de ese modo, se cuantificaría el aporte unitario tomando como base la cantidad de cemento empleado por metro cubico, de acuerdo a como indica el diseño de mezcla a emplearse en distintas obras.

## **2.2.MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. PAVIMENTOS**

#### **2.2.1.a. DEFINICIÓN**

Para distribuir las cargas asociadas a los automóviles en el subsuelo, los pavimentos son estructuras compuestas por capas consecutivas (una sobre otra) de materiales preparados y dosificados que se instalan sobre el nivel natural del terreno (subrasante).

Es crucial precisar que estas capas deben estar colocadas de manera que puedan ser compactadas en su totalidad, por lo cual se recomienda que tenga un espesor en específico, para que la compactación pueda llegar en todo el volumen del material colocado, para esto se propone que se realice como máximo en capas de 30cm, esto depende de la maquinaria a emplear para dicha tarea como del material usado y también del contenido de humedad que se emplee. Esto último mencionado se pueden calcular en sayos de laboratorio del material de préstamo seleccionado.

Para ofrecer una superficie de apoyo que funcione eficazmente, con capacidad de distribuir las cargas de manera uniforme y dispersa a las capas inferiores que componen la estructura del pavimento, la construcción debe ser capaz de dar:



- Seguridad.
- Comodidad.
- Confort de manejo aceptable.
- Capacidad necesaria para resistir el desgaste, deslizamiento y agrietamiento.
- Niveles adecuados de reflejo de luz y ruido a bajo nivel
- Resistencia a la repetición de cargas.
- Superficie impermeable.
- Superficie uniforme.

Es imprescindible no olvidar que se pueden hacer uso de diferentes materiales, como la madera o la piedra, para revestir el pavimento. Pero en algunos países, la palabra se relaciona frecuentemente con el asfalto, que es una sustancia utilizada para construir carreteras, calles y otras vías de comunicación.

Los materiales más utilizados para construir pavimentos urbanos son el hormigón y las llamadas mezclas asfálticas, ambos materiales tienen un buen comportamiento portante y permiten el tráfico fluido de vehículos motorizados de poca, mediana y gran carga, sin sufrir daños significativos. En estos últimos años se viene motivando la construcción de pavimentos que sean sostenibles y cuya construcción, uso y mantenimiento sea de mínimo o nulo impacto negativo en el medio ambiente. En este ámbito, podemos mencionar el desarrollo de pavimentos que emplean mezclas de asfalto con adiciones de polvo de caucho proveniente de alguna llanta reciclada y el uso de noxer, el cual es una sustancia con capacidad de absorber de los contaminantes de tubos de escape en automóviles. El objetivo principal de la estructura del pavimento, es transferir la carga aplicada de los neumáticos a las capas subsecuentes a fin de no exceder la capacidad de carga del tercio.





Con la finalidad de lograr esta meta es que se realizan distintos estudios y a lo largo del tiempo se han elaborado y empleado gran variedad de métodos de investigación que puedan generar una estructura de pavimento que propicie una superficie lo suficientemente confortable, como una infraestructura de pavimento estable y que pueda distribuir los esfuerzos producidos por los distintos vehículos a lo largo y ancho de toda la pista, vía o camino.

### **2.2.2. TIPOS DE PAVIMENTO**

#### **2.2.2.a. PAVIMENTO RÍGIDO**

Es un tipo de pavimentación que se caracteriza por su alta resistencia y capacidad de soporte debido a su composición de placas de concreto, las cuales pueden ser reforzadas con acero (concreto armado) para incrementar su durabilidad y capacidad para manejar cargas pesadas.

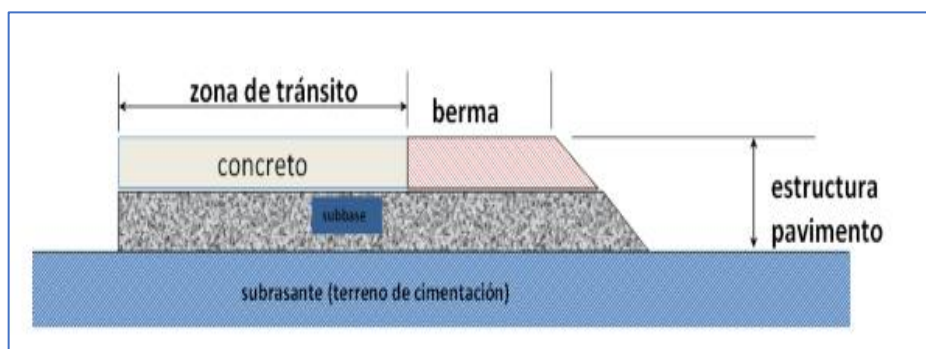
Además, los pavimentos de concreto pueden incorporar juntas para controlar la contracción y expansión térmica, evitando así daños estructurales.

Su rigidez permite distribuir las cargas sobre una amplia área del subsuelo, lo que resulta en menores deformaciones y de un mejor rendimiento a largo plazo en comparación con los pavimentos flexibles. Sin embargo, su instalación requiere una planificación cuidadosa y técnica de construcción especializadas para asegurar un acabado uniforme.

Los pavimentos rígidos son comúnmente utilizados en carreteras, pistas de aeropuertos, áreas industriales y en cualquier lugar donde se requiera una superficie durable y de bajo mantenimiento que pueda soportar condiciones intensas. La instalación de pavimentos rígidos puede ser más costosa que otros tipos. Aunque los costos a largo plazo suelen ser menores.

**Figura 1.**

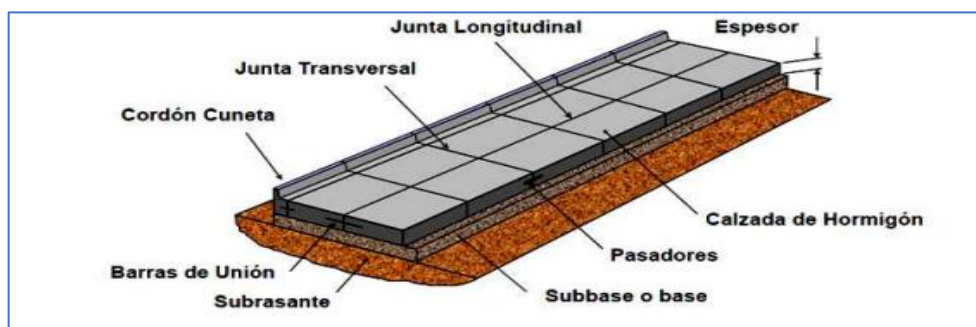
*Pavimento de concreto*



*Nota:* Tópicos de Pavimentos de Concreto, Ing. Mario Becerra Salas (2012)

**Figura 2.**

*Componentes principales del Pavimento Rígido*



*Nota:* American Concrete Pavement Association (ACPA)

## JUNTAS

Son las que al final establecerán las dimensiones de las losas del pavimento y facilitan el control de la aparición de fisuras intermedias, tanto en la etapa inicial como durante el servicio.

Estas son ubicadas de manera estratégica por el proyectista, respetando ciertos criterios de separación entre una y otro tipo de junta, aprovechando, en mucho de los casos los cambios de sección según la geometría del camino en el caso de las obras ejecutadas en las empresas industriales, las cuales suelen realizar firmes de concreto, que tienen su

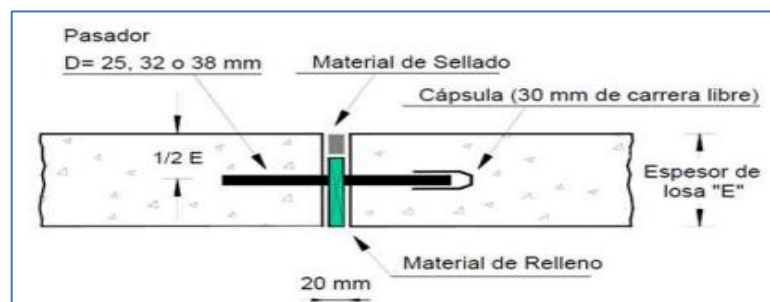
finalidad soportar grandes ataques de químicos, cabe resaltar que estas juntas deben estar debidamente selladas, pues, no pueden albergar ningún tipo de suciedad o partículas que pueda resultar en un problema de mayor impacto a su alrededor, según en donde se vaya a ejecutar la obra.

Tienen la función de:

- Seccionar las losas
- Garantizar la transferencia de esfuerzos
- Permitir el movimiento
- Considerar ejecutar la obra por trenes de trabajo, dividiendo las zonas.

**Figura 3.**

*Juntas de Dilatación*



**Nota:** Pavimentos, Ing. Claudio Giordani y Ing. Diego Leone

Este modelo de pavimento lleva el nombre de “rígido” debido a que distribuye los esfuerzos aplicados en su superficie de manera que pueda distribuirse en una mayor área de contacto.

### □ PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE CON JUNTAS

JPCP son las siglas de Joint Plain Concrete Pavement (pavimento de hormigón con juntas planas). Es importante crear juntas de contracción transversales en esta forma de pavimento, que deben estar espaciadas entre 3,5 y 6 metros. Los pasadores o el enclavamiento de áridos son dos técnicas para conseguir el traslado de superficies entre



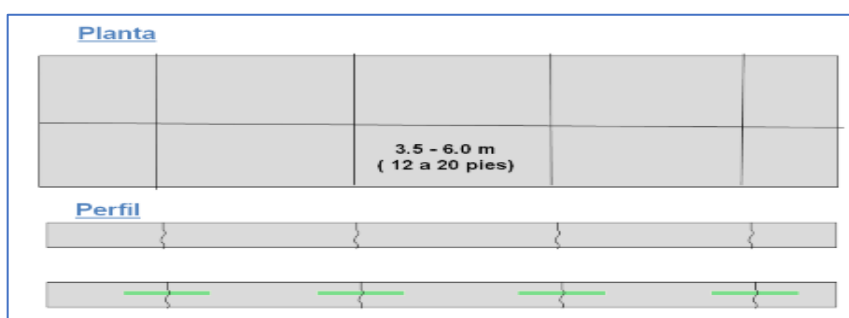
pavimentos contiguos. Las juntas, debido a las tensiones generadas por las variaciones de temperatura y humedad en la capa de rodadura, son las causantes del comportamiento de ruptura del hormigón.

**Según Tópicos de Pavimentos de Concreto**, es recomendable que los espacios entre los paños no excedan los 4.5m.

Esto se hace con la finalidad de evitar las fisuras por contracción del concreto, por cambios de temperatura.

**Figura 4.**

*Esquema de Pavimento de Concreto Simple con Juntas*



**Nota:** Tópicos de Pavimentos de Concreto, Ing. Mario Becerra Salas (2012)

## □ PAVIMENTOS DE CONCRETO REFORZADO CON JUNTAS

Joint Reinforced Concrete Pavement, o JRCP, es el nombre que se le ha dado. Como la capa de rodadura está compuesta de hormigón reforzado con malla de acero, las juntas de contracción transversales pueden espaciarse más, hasta 7,5 y 9 metros, respectivamente. Se espera que se formen grietas controladas en los vanos a pesar del refuerzo de acero ligero. Los pasadores se utilizan para transferir cargas entre vanos adyacentes. Este factor ya no se tiene en cuenta en las nuevas metodologías de diseño.

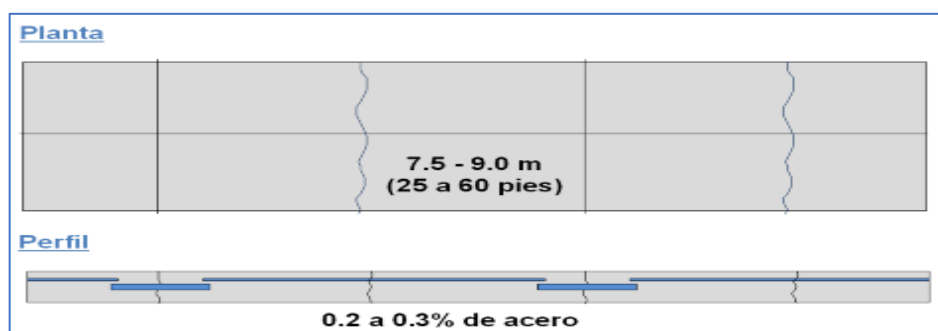
Dado que aquí se emplea el uso de acero de refuerzo, se atreve a distanciar las separaciones entre las juntas, ubicándolas de una manera en que pueda aprovechar la longitud total del fierro corrugado.

No obstante, es imprescindible tener en cuenta y saber que, estos firmes de concreto pueden construirse incluso sin juntas, sin acero de refuerzo, todo esto depende del tipo de diseño que se realice teniendo estos parámetros dentro del cálculo para la mezcla del concreto como para el procedimiento constructivo.

Para mejorar y garantizar estas propuestas de pavimentos, es una gran oportunidad establecer y tener claro las ventajas que pueden proporcionar las fibras metálicas.

**Figura 5.**

*Esquema de pavimento de concreto reforzado con juntas*



**Nota:** Tópicos de Pavimentos de Concreto, Ing. Mario Becerra Salas (2012)

### 2.2.3.LOSAS INDUSTRIALES

Según el [Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile (ICH) 2018, p.35], explica que los forjados industriales se enfrentan a dos clases distintas de esfuerzos o demandas: los generados por los dispositivos empleados para almacenar las cargas (como equipos de elevación comúnmente empleados, vehículos motorizados, etc.) y los generados por los sistemas de almacenaje de los propios productos (carga en el suelo, cargas de palés, descarga de pilares de estanterías, entre otros).

Existen otras causales que deben ser consideradas, según el requerimiento del pavimento, se da el caso de que es imprescindible evitar a toda costa el desgaste de la superficie, habiendo que proveerle de un endurecedor de la capa superficial, del mismo modo hay



casos en que no puede haber fallas debido a los cambios bruscos de temperatura originados de manera artificial, en estas situaciones es que ya hacemos uso de otra gama de productos para manejar estas solicitudes, en suma, el mundo de las losas de concreto en las empresas industriales es inmenso, presentando una amplia variedad de motivos o razones que pueden hacer que el firme sufra distintas fallas. Para esto es crucial aprender alternativas de solución para cada una de ellas, en nuestro caso nos centramos en el empleo de las fibras tréfil para responder ante una de las razones de fallas más comunes.

Así, los suelos industriales se encuentran sometidos a los impactos combinados de las cargas de las ruedas o llantas de los vehículos, cargas puntuales, uniformes, lineales, de construcción e incluso efectos ambientales, posibles ataques químicos además de variaciones de temperatura bien sea por congelamiento y deshielo.

Además, los elementos clave para el diseño de un piso industrial incluyen condiciones como el uso al que estará sometido, así como la fuerza y las diferentes cargas que le serán exigidas cuando entre en servicio. Por otro lado, también es importante considerar la planicidad y nivelación, ya que al tratarse de un pavimento o losa de uso industrial estará continuamente expuesto a factores como desgaste por el uso continuo y recurrente de los ambientes, además de las rutinas de limpieza diarias y la posibilidad (según el sector de la industria) a estar expuesto a agentes químicos propio del proceso productivo de la empresa, ante ello, una de las alternativas para mejorar el tiempo de vida útil es el uso de recubrimientos en el área superficial de la losa y mejorar su resistencia ante condiciones severas de exposición, un ejemplo de esto es el uso de endurecedores con agregados de cuarzo.

Para comprender la importancia de las losas industriales en la actualidad, es necesario recordar que su propósito primordial es proporcionar una superficie soporte cuyas



características de resistencia sean lo suficiente para tolerar cargas como personas, automóviles y diversos objetos. Además, debe ser capaz de soportar los productos químicos con los que pueda entrar en contacto y mantener su rendimiento previsto.

Los siguientes pisos industriales se ubican entre losas a nivel del suelo y se clasifican según la norma ACI 360R-10:

- Concreto no reforzado (sin armadura; por tanto, requiere un espesor más robusto)
- Concreto Reforzado con acero para control de fisuración.
- Continuamente reforzadas
- Losas de concreto de contracción compensada
- Losas Postensadas
- Losas de concreto reforzadas con fibras metálicas
- Losas de concreto reforzadas con fibras sintéticas
- Losas estructurales reforzadas por requerimiento de código

En Perú se utilizan diversas tecnologías de construcción para construir losas industriales sin juntas. Entre las principales tecnologías de construcción que podemos destacar se encuentran las losas postensadas sobre losas de hormigón, las losas de tracción a flexión reforzadas con armadura tipo malla de acero corrugado y las losas reforzadas con fibra metálica. Gracias a su versatilidad y fácil integración en el proceso de construcción de losas, el uso de la fibra metálica ha experimentado un notable aumento en nuestro país en los últimos tiempos.

Asimismo, al igual que pasan los años y del mismo modo que la implementación de esta tecnología va en aumento, también crece los requerimientos de las empresas industriales, lo que hace que los pisos se vean más exigidos, por eso es importante ahondar en este tema, hay que estar preparados ante cualquier tipo de solicitud que puedan requerir los



firmes de concreto. Abrir nuestro abanico de soluciones y dar paso a la variedad de productos que se vienen sacando al mercado con el paso del tiempo.

#### **2.2.4. MÉTODOS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS**

En esta investigación se mencionarán metodologías de diseño de pavimentos para pavimentos rígidos.

**Según Gonzáles y Vanegas (2016)**, La humanidad ha buscado desde hace tiempo maneras de construir carreteras duraderas que satisfagan los estándares de servicio y las necesidades de comunicación de las comunidades que las utilizan. Para lograr este objetivo, se han empleado numerosos enfoques de diseño que combinan elementos para garantizar la estabilidad del pavimento. Algunas de estas técnicas, como la de la Asociación del Cemento Portland (PCA), se elaboran a través de análisis matemáticos; otras, como la de la Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y Transporte (AASHTO), conocida como la más famosa de su clase, se implementan de manera experimental; y otras, como las desarrolladas por el Instituto del Asfalto de Estados Unidos, se emplean en la creación de pavimentos flexibles.

Se mencionan estas metodologías por ser de gran uso en la ingeniería de diseño de vías.

**Según Gonzáles y Vanegas (2016)**, hay diversos factores que dañan el comportamiento y la vida útil de los pavimentos rígidos, pero los diseñadores a menudo no los consideran en profundidad, basándose en los factores considerados por las metodologías de diseño y priorizando el diseño que mejor refleja las condiciones económicas del proyecto. Como resultado, las estructuras de pavimento rígido pueden, en ocasiones, fallar prematuramente.

Revelando el poco compromiso con la necesidad de solucionar las exigencias que requiere cada piso en particular, por esto es importante normalizar estos nuevos productos





que ofrecen y garantizan una rápida solución y puesta en práctica durante la ejecución de las obras.

### 2.2.4.a. METODOLOGÍA DE DISEÑO AASHTO 93

Según el Manual de Carreteras (2013), según el método AASHTO 93, se aplican cargas pesadas a un pavimento recién construido. El pavimento experimentará menos tensión con el paso del tiempo y la repetición de las presiones de tráfico. Este método de diseño sugiere un nivel de carga final que deberá conservarse hasta finalizar el período de diseño.

Los espesores de las capas de hormigón se estiman iterativamente hasta alcanzar el equilibrio de la fórmula AASHTO 93. El espesor final calculado de la capa de hormigón deberá tener capacidad de resistir un cierto número de cargas sin que llegase a producirse un desgaste inferior al nivel de servicio proyectado.

#### **Ecuación 1.**

*Cálculo de espesor de la capa de rodadura para un Pavimento Rígido*

$$\log_{10} W_{8.2} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left( \frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times \left( 0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Donde:

$W_{8.2}$ = Numero de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas a lo largo del periodo de diseño.

$Z_R$ = Desviación normal estándar

$S_o$ = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento.

$D$ = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros

$\Delta PSI$ = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final



$P_f$ = Índice de serviciabilidad o servicio final

$M_r$ = Resistencia media del concreto (en MPa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz)

$C_d$ = Coeficiente de drenaje

$J$ = Coeficiente de transmisión de carga en las juntas

$E_c$ = Modulo de elasticidad del concreto, en MPa

$K$ = Modulo de reacción, dado en MPa/m de la superficie (base, sub base o sub rasante) en la que se apoya el pavimento de concreto

La determinación del espesor de losa o pavimento puede ser calculado empleando la fórmula antes descrita con apoyo de una hoja de cálculo, empleando la aplicación de nomogramas o dando uso a software especializados en la materia.

Claro está que esto solo es un mecanismo de cálculo de un ancho de pavimento, lo cual no es más que un número, la importancia de este método radica en darle los parámetros adecuados y lo más cercano a la realidad para garantizar un periodo de servicio más duradero con optimización de los costos requeridos para mantenimiento.

Es importante también tener en cuenta que un cálculo de espesor no lo es todo, también es necesario considerar que influye de gran manera saber identificar las características del diseño de concreto que se va a empear, es decir, identificar el tipo de cemento que se requiere según las condiciones de exposiciones, las características de los agregados, además de los aditivos necesarios que aseguren su correcta colocación, asegurando la relación agua/cemento requerido además de las distancias de separación de juntas y la resistencia del concreto.



Es todo un conjunto de información que se debe de manejar para llevar a buen puerto un excelente trabajo, desde la planificación, los trabajos de laboratorio, los requerimientos de materiales, los canales de comunicación para efectuar de manera oportuna los trabajos y siempre evidenciar los procedimientos constructivos, documentar y difundir los mecanismos empleados durante la ejecución.

Los parámetros que deben considerarse en el diseño son los que se mencionan a continuación:

### **PERIODO DE DISEÑO**

Para la presente investigación se tomó en consideración un periodo de diseño de 20 años.

### **VARIABLES**

#### **□ EL TRÁNSITO (ESALS)**

El volumen de tráfico del carril de diseño durante ese período está correlacionado con el período de diseño. La vida útil recomendado es de veinte años.

Esto va a depender de si la superficie es asfáltica o de concreto, también es una consideración que hay que tener en cuenta a la hora de realizar el diseño.

Al utilizar el concepto de ejes equivalentes, la técnica AASHTO 93 resume el impacto del tráfico, lo cual constituye una de sus características únicas. Dicho de otra forma, convierte las cargas por eje de cualquier vehículo en ejes individuales capaces de soportar 8,2 toneladas de peso; esto se conoce como ESAL (Carga Equivalente por Eje Único).

Esto se consigue con un exhaustivo trabajo de campo para poder identificar esta categoría, enfocándonos en las empresas industriales, sus mayores flujos de vehículos suelen ser de carga pesada



En este estudio se crean tres categorías para el análisis de tráfico y pavimento de concreto.

- a) Caminos de poco volumen de tránsito: 150,001 hasta 1'000,000 en el carril y periodo de diseño.

**Tabla 1.**

*Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2Tn, en el Carril de Diseño*

<b>Tipos Tráfico Pesado Expresado en EE</b>	<b>Rangos de Tráfico Pesado Expresado en EE</b>
<b>TP1</b>	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
<b>TP2</b>	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
<b>TP3</b>	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
<b>TP4</b>	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

**Nota:** Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014)

- b) Caminos con un tránsito, de 1'000,000 EE hasta 30'000,000 EE en el carril y periodo de diseño.

**Tabla 2.**

*Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn, en el Carril de Diseño*

<b>Tipos Tráfico Pesado Expresado en EE</b>	<b>Rangos de Tráfico Pesado Expresado en EE</b>
<b>TP5</b>	> 1 000,000 EE ≤ 1 500,000 EE
<b>TP6</b>	> 1 500,000 EE ≤ 3 000,000 EE
<b>TP7</b>	> 3 500,000 EE ≤ 5 000,000 EE
<b>TP8</b>	> 5 000,000 EE ≤ 7 500,000 EE
<b>TP9</b>	> 7 500,000 EE ≤ 10 000,000 EE
<b>TP10</b>	> 10 000,000 EE ≤ 12 500,000 EE
<b>TP11</b>	> 12 500,000 EE ≤ 15 000,000 EE
<b>TP12</b>	> 15 000,000 EE



<b>TP13</b>	$\leq 20\,000,000$ EE
	$> 20\,000,000$ EE
<b>TP14</b>	$\leq 25\,000,000$ EE
	$> 25\,000,000$ EE
	$\leq 30\,000,000$ EE

**Nota:** Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014)

- c) Caminos que tienen un tránsito mayor a 30'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.

### **ASDASD**

#### **Tabla 3.**

*Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn, en el Carril de Diseño*

<b>Tipos Tráfico Pesado Expresado en EE</b>	<b>Rangos de Tráfico Pesado Expresado en EE</b>
<b>TP15</b>	$> 30\,000,000$ EE

**Nota:** Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014)

### **□ SERVICIABILIDAD**

**Según el Manual de Carreteras (2013)**, el principio de diseño de la norma AASHTO 93 se resume en la siguiente información: el Índice de Sericiabilidad Máxima (PI) y el Índice de Serviciabilidad Final (Pt) son los dos factores que definen la serviciabilidad. La fórmula detecta la diferencia entre ambos índices ( $\Delta$ PSI), es decir el índice se de determina restando el índice final menos el índice inicial.

Este parámetro está dado en un intervalo que va de 0 a 5, donde el índice 0 (cero) se interpreta como "impracticable" y el índice 5 se interpreta como "excelente", es decir, a través de este factor podemos describir la capacidad del pavimento para toleran el tráfico. Refleja una situación ideal que no existe en la realidad. Dado que la norma AASHTO 93



señala un índice fin de serviciabilidad en el valor de 1.5, un pavimento cuya puntuación sea 0, se interpreta como como una evaluación muy deficiente.

Este criterio va a depender de la cantidad de tráfico encontrada para la casuística evaluada, teniendo en cuenta la recomendación que nos brinda el manual de carreteras.

Recomienda los siguientes valores.

#### **Tabla 4.**

*Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi); Índice de Serviciabilidad Final o Terminal (Pt),*

*Diferencial de Serviciabilidad Según Rango de Tráfico*

TIPOS DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta PSI$ )
<b>Caminos de Bajo Volumen de Tránsito</b>	TP1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	TP2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	TP3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	TP4	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
	TP5	1 000,001	1 500,000	4.30	2.50	1.80
	TP6	1 500,001	3 000,000	4.30	2.50	1.80
	TP7	3 000,001	5 000,000	4.30	2.50	1.80
	TP8	5 000,001	7 500,000	4.30	2.50	1.80
<b>Resto de Caminos</b>	TP9	7 500,001	10 000,000	4.30	2.50	1.80
	TP10	10 000,001	12 500,000	4.30	2.50	1.80
	TP11	12 500,001	15 000,000	4.30	2.50	1.80
	TP12	15 000,001	20 000,000	4.50	3.00	1.50
	TP13	20 000,001	25 000,000	4.50	3.00	1.50
	TP14	25 000,001	30 000,000	4.50	3.00	1.50
	TP15	> 30 000,000		4.50	3.00	1.50

**Nota:** Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014)

El coeficiente de servicio de un pavimento representa un valor estimado que facilita la evaluación de la superficie de rodadura del pavimento, ya que su determinación parte de la evaluación de las condiciones de deterioro y hasta el nivel confort durante el tránsito.

Esto nos indica el confort que se espera obtener en la zona superior del firme.



## □ LA CONFIABILIDAD “R” Y LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR (So)

Según el Manual de Carreteras (2013), para evaluar la variación en materiales y métodos de construcción, y confirmar que los pavimentos contruidos de la misma manera presentan comportamientos de deterioro distintos, se creó el concepto de confiabilidad. Empleando métodos estadísticos que consideren una dispersión normal de las variables implicadas, se considera este parámetro como un factor de seguridad en un nivel específico, es decir una mayoración en el volumen de tráfico previsto en el periodo de diseño seleccionado. La norma AASHTO 93 nos recomienda valores que se encuentran en el intervalo de  $0,30 < 0,50$  a  $0,40$ .

**Tabla 5.**

*Valores Recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal*

*(Z) Para una sola etapa de 20 años según rango de Tráfico*

TIPOS DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTANDAR NORMAL (Z <sub>R</sub> )
<b>Caminos de Bajo Volumen de Tránsito</b>	TP0	100,000	150,00	65%	-0.39
	TP1	150,001	300,000	70%	-0.524
	TP2	300,001	500,000	75%	-0.674
	TP3	500,001	750,000	80%	-0.842
	TP4	750,001	1,000,000	80%	-0.842
	TP5	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
<b>Resto de Caminos</b>	TP7	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	TP10	10'000,001	12',500,000	90%	-1.282
	TP11	12',500,001	15'000,000	90%	-1.282
	TP12	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	TP13	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	TP14	25'000,001	30'000.000	90%	-1.282
	TP15	> 30'000,000		95%	-1.645

**Nota:** Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014)



## □ EL SUELO Y EL EFECTO DE LAS CAPAS DE POYO (KC)

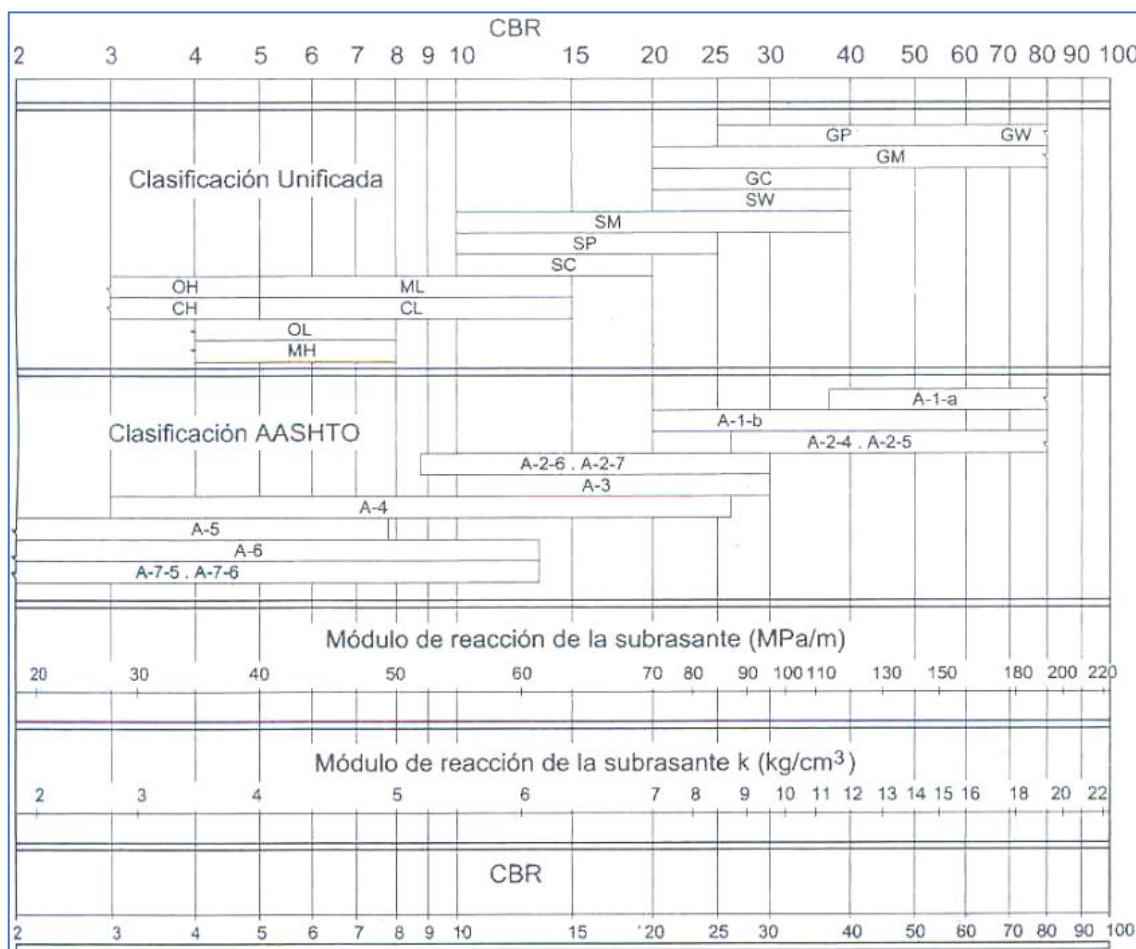
**Según el Manual de Carreteras (2013)**, El módulo de respuesta (K) de la subrasante es el factor que determina su tipo. Además, se espera que la adición de capas granulares o tratadas a la zona intermedia eleve el nivel de soporte de la subrasante, mejorando la situación de soporte y posiblemente reduciendo el grosor previsto de la losa de concreto. Es el módulo de reacción combinado (Kc) el que posibilita esta mejora. El ensayo de placa, otro nombre para la investigación que busca determinar el módulo de respuesta de la sub rasante, se refiere a establecer la fuerza necesaria para provocar una deformación específica, en este caso 13 mm. Las normas AASHTO T-222 y ASTM D-1196 regulan el análisis. MPa/m se utiliza para indicar las unidades K. Una opción que ofrece la norma AASHTO 93 es el uso de correlaciones directas, que facilitan el cálculo del coeficiente de respuesta K basado en el CBR y la categoría del terreno.

La figura adjunta grafica lo antes mencionado.



**Figura 6.**

*Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Subrasante*



**Nota:** Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014)

Los terrenos más apropiados para las capas de sub rasante son los que poseen un CBR del 6% o más. Si este es menor (sub rasante insuficiente o deficiente), se llevará a cabo la estabilización del terreno. En este contexto, se examinarán opciones como la estabilización mecánica, la sustitución del suelo de cimentación, la estabilización química, la estabilización con geosintéticos u otros productos autorizados por el Ministerio de Construcción y Ordenamiento Territorial (MTC), el incremento de la rasante o la desviación de la carretera, seleccionando la alternativa más rentable.



Se aplicará la fórmula siguiente, dado que la presencia de un material granular de calidad superior a la de la sub rasante posibilita el incremento del coeficiente de respuesta de diseño.

### **Ecuación 2.**

*Coeficiente de reacción de la sub base granular*

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

Donde:

K<sub>1</sub> (Kg/cm<sup>3</sup>) : Coeficiente de reacción de la sub base granular

K<sub>c</sub> (Kg/cm<sup>3</sup>) : Coeficiente de reacción combinado

K<sub>0</sub> (Kg/cm<sup>3</sup>) : Coeficiente de reacción de la sub rasante

H: Espesor de la sub base granular

### **Tabla 6.**

*CBR mínimos recomendados para la Subbase Granular de Pavimentos Rígidos según*

*Intensidad de Tráfico expresado en EE*

TRAFICO	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO
Para Tráfico ≤ 15x10 <sup>6</sup> EE	MTC E132	CBR mínimo 40% (1)
Para Tráfico > 15x10 <sup>6</sup> EE	MTC E132	CBR mínimo 60% (1)

*Nota:* Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014)

### **□ RESISTENCIA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)**

Según el Manual de Carreteras (2013), la ecuación AASHTO 93 incluye este elemento porque los pavimentos rígidos funcionan principalmente bajo tensión de flexión. Según la norma, ASTM C-78 es el módulo de ruptura (MR). Después de 28 días, se toma una muestra de hormigón en prismas para el ensayo. El tercio central del prisma falla porque se deben aplicar cargas a cada tercio.



**Tabla 7.**

*Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según rango de Tráfico*

<b>Rangos de Tráfico Pesado Expresado en EE</b>	<b>RESISTENCIA MINIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)</b>	<b>RESISTENCIA MINIMA EQUIVALENTE A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (F'c)</b>
<b>≤ 5 000,000 EE</b>	40 kg/cm <sup>2</sup>	280 kg/cm <sup>2</sup>
<b>&gt; 5 000,000 EE</b>	42 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>
<b>≤ 15 000,000 EE</b>		
<b>&gt; 15 000,000 EE</b>	45 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>2</sup>

*Nota:* Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014)

La relación entre el módulo de rotura (Mr) del hormigón y el módulo de compresión (f'c) del hormigón se establece a través de la siguiente expresión:

### **Ecuación 3.**

*Módulo de Rotura del concreto*

$$M_r = a\sqrt{f'_c} \left( \text{Valores en } \frac{kg}{cm^2} \right), \text{según el ACI 363}$$

Donde los valores “a” varían entre 1.99 y 3.18

## **– MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO**

**Según el Manual de Carreteras (2013)**, al calcular construcciones de concreto armado, este indicador es especialmente relevante. Mediante correlaciones conocidas, la predicción puede basarse en la resistencia a la compresión o a la flexión.

Puede resultar difícil estimar utilizando las fórmulas recomendadas por diversos códigos para hormigón de alto rendimiento, cuya capacidad de resistir esfuerzos de compresión supera los 40 MPa, debido a que algunas variables no se han tenido en cuenta, lo que obliga a analizarlas y modificarlas constantemente.



Es crucial definir el esfuerzo de resistencia del concreto, ya a estas alturas, para un firme de concreto que va a estar expuesto a condiciones especiales de servicio no se puede optar por una capacidad de resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, de hecho, ya se trabaja como mínimo con una capacidad de 280 kg/cm<sup>2</sup> ya sea por resistencia o por durabilidad, dado que este concreto es especial, pues es de baja permeabilidad.

Según la norma AASHTO 93, se puede utilizar una correlación para estimar el módulo elástico, y el enunciado recomendado por el ACI es la siguiente:

#### ***Ecuación 4.***

*Módulo de elasticidad del concreto*

$$E = 57,000x(f'_c)^{0.5} ; (f'_c \text{ en PSI})$$

El estudio ASTM C-469 calcula el módulo de elasticidad del concreto

#### **– DRENAJE (CD)**

**Según el Manual de Carreteras (2013)**, cuando existe agua atrapada en la estructura o humedad latente, surgen los siguientes inconvenientes:

- Desgaste del terreno inducida por la transferencia de partículas
- La sub rasante se ablanda como resultado de una inmersión prolongada, especialmente a temperaturas bajo cero
- Deterioro de los elementos que forman la zona superficial inducido por la presencia de agua.
- Deformación causada por una reducción de la capacidad estructural y un aumento del agrietamiento



El coeficiente de drenaje ( $C_d$ ) se incorpora al proceso de diseño de la norma AASHTO 93

Las capacidades de drenaje indican el tiempo que el pavimento debajo del hormigón puede retener la humedad o el agua. La capacidad de retener el agua de las capas de la subrasante, el tipo de subrasante, los niveles de precipitación, los patrones climáticos y las clases de drenaje creados influyen en el nivel de drenaje de las capas intermedias. El factor de drenaje  $C_d$  varía entre 0,7 y 1,25 según las condiciones especificadas. Un  $C_d$  alto garantiza un drenaje adecuado, lo que facilita la construcción al reducir el espesor previsto del concreto.

#### – TRANSFERENCIA DE CARGAS (J)

**Según el Manual de Carreteras (2013)**, este elemento indica la capacidad de la estructura de mover cargas entre uniones y fisuras, empleado en la creación de pavimentos de hormigón.

El tipo de pavimento de hormigón a construir, la presencia o falta de almacén lateral y de qué tipo, así como la presencia o falta de dispositivos para la transmisión de carga, influyen en sus propiedades.

El último grosor de la losa de hormigón está directamente relacionado con el valor de J. En otras palabras, a medida que el hormigón sea más delgado, el valor de J disminuirá.

En campo, la transferencia de esfuerzos se da entre paños y por medio de pasadores o “dowels” los cuales son diseñados en diámetro, largo y separación para poder ubicarlos, de un extremo se coloca una tubería de PVC, la cual es de un diámetro mayor que la del dowel, que suele ser de material fierro liso, en este lado el pasador queda libre, y del otro extremo tiene que ser rígido, en otras palabras, debe estar colocado de manera que quede dentro del firme de concreto quedando como un punto fijo, el cual va a transferir los



esfuerzos hacia el lado opuesto que estará libre y que tendrá todo el espacio que le proporciona el tubo para que pueda liberar energía y de este modo se eviten las fisuras en las juntas, lo cual puede ser una falla muy común, pero que se puede solucionar con el correcto procedimiento.

**Tabla 8.**

*Coefficientes de Transmisión de Carga J*

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)
	3.2	3.8 - 4.4	2.8	2.8

*Nota:* Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014)

## 2.3.MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

### 2.3.1.CEMENTO

Según Enrique Pasquel (1998), para crear cemento Portland, se queman caliza, arenisca y arcilla para conseguir un polvo fino que solidifica al combinarse con agua y adquiere resistencia. Se obtiene quemando arcilla, arenisca y caliza para conseguir un polvo fino que solidifica al combinarse con agua y adquiere propiedades resistentes.

La industrialización del proceso de producción comenzó en 1845 y continúa hasta nuestros días, aunque con diversas modificaciones. El clínker, compuesto de bolas endurecidas, se obtiene moliendo caliza con arcilla a temperaturas superiores a 1300 °C. Posteriormente, se añade yeso al clínker para obtener un polvo fino.

Saber el tipo de cemento a usar es crucial para el diseño de mezcla, para esto influye la ubicación donde se va a ejecutar el trabajo, pues es importante conocer los sulfatos o sales existentes en la zona, hay parámetros para determinar el tipo de cemento a emplear, y así como este criterio, existen otro tipo de información que debemos manejar, ninguna obra



es igual a otra, debemos saber determinar las características principales de la zona y las exigencias a las que va a ser sometido nuestro firme de concreto.

**Tabla 9.**

*Componentes Químicos Principales presentes en el Cemento*

	Componente Químico	Procedencia Usual
95%	Oxido de Calcio (Ca O)	Piedra Caliza
	Oxido de Sílice (Si O <sub>2</sub> )	Arenisca
	Oxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcilla
	Oxido de Fierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcilla, Mineral de Hierro, Pirita
5%	Óxidos de Magnesio, Sodio Potasio, Titanio, Azufre Fósforo y Manganeseo	Minerales Varios

*Nota:* Tópicos del Tecnología del Concreto, Enrique Pasquel (1998)

**Tabla 10.**

*Óxidos Componentes Principales presentes en el Cemento*

Oxido Componente	Porcentaje Típico
<b>Ca O</b>	61%-67%
<b>Si O<sub>2</sub></b>	20%-27%
<b>Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub></b>	4%-7%
<b>Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub></b>	2%-4%
<b>S O<sub>3</sub></b>	1%-3%
<b>Mg O</b>	1%-5%
<b>K<sub>2</sub> O y Na<sub>2</sub> O</b>	0.25%-1.5%

*Nota:* Tópicos del Tecnología del Concreto, Enrique Pasquel (1998)

### 2.3.1.a. TIPOS DE CEMENTO

#### CEMENTO TIPO MS:

Según Chahua y Huayta (2018), aunque algunos fabricantes producen un clínker diferente con un mayor contenido de silicato tricálcico (C<sub>3</sub>S) o aluminato tricálcico (C<sub>3</sub>A), esto es cada vez menos común. El clínker que se utiliza habitualmente se tritura hasta



alcanzar una superficie específica, que suele ser entre un 50 % y un 80 % mayor. Este cemento es idéntico al Tipo I, pero su molienda es más fina.

### **2.3.2. AGREGADOS**

#### **2.3.2.a. DEFINICIÓN**

**Según Chahua y Huayta (2018)**, son elementos granulares, como arena o piedra chancada, que son componentes necesarios del hormigón, junto con el material cementante y el agua. Los agregados estarán limpios y libre de partículas que puedan dañar o alterar la composición de la mezcla, estos son esenciales para un concreto de calidad.

Ser cuidados al escoger la cantera con la que se va a trabajar, por eso se recomienda realizar ensayos de laboratorio a los agregados, pues, estos pueden tener un resultado adverso según los químicos a los que va a ser expuesto el piso de concreto.

**Según Enrique Pasquel (1998)**, si deseamos que el concreto tenga una manejabilidad adecuada y una estructura robusta y funcional, la disposición volumétrica de las partículas es esencial.

Determinar el TMN del agregado grueso y su elección juega un papel importante que quizás a baja escala, pero puede influir en la resistencia que alcanza el concreto a empelarse.

#### **2.3.2.b. CARACTERÍSTICAS**

##### **a) SATURACIÓN**

Las condiciones de saturación de un agregado ideal, desde su estado seco hasta alcanzar una humedad superficial, es de suma importancia esta información, pues es muy común que en obra se tenga la costumbre de regar los agregados con la intención de “no generar



polvo” pero esto puede ser contraproducente, llevando a afectar la calidad del concreto al contar con un exceso de agua en la mezcla.

Los estados se muestran a continuación:

**Figura 7.**

*Fases de Saturación de los agregados*



**Nota:** Tópicos de Tecnología del Concreto, Enrique Pasquel (1998)

#### b) PESO ESPECÍFICO:

Sin considerar los huecos, es el resultado de la relación peso-volumen de las partículas. Según las normas ASTM C-127 y C-118, puede expresarse como peso específico de masa seca, peso específico saturado en superficie seca o peso específico aparente, dependiendo de las condiciones de saturación. Los valores, adimensionales y que deben multiplicarse por la densidad del agua, suelen estar alrededor de 2500 y 2750 kg/m<sup>3</sup>.

#### c) MASA UNITARIA

Se consigue dividiendo el peso de las partículas, abarcando las vacías, entre su volumen. La norma ASTM C-29 regula el proceso de cálculo. Es un parámetro relativo, ya que la disposición de las partículas lo afecta cuando se incluyen los huecos.



#### **d) PORCENTAJE DE VACÍOS**

Medida de proporción de los vacíos entre las partículas. La norma ASTM C-29 establece la fórmula para su cálculo, usando los valores de peso específico y unitario.

#### **e) ABSORCIÓN**

La característica de añadir agua a los espacios entre las partículas. Aunque la capilaridad es responsable de esto, los poros no se rellenan completamente. Esto altera la resistencia y la manejabilidad de la mezcla del concreto, a la vez que reduce su contenido de agua.

#### **f) POROSIDAD**

Volumen espacial dentro de los áridos que se ve afectado por características adicionales. Si bien existen técnicas sofisticadas con validez relativa, no existe una estrategia universal para determinarlo. Los valores en áridos ligeros pueden oscilar entre el 15 % y el 50 %, siendo los valores normales entre el 1 % y el 15 %.

#### **g) HUMEDAD**

Agua retenida en situaciones determinadas que incrementa el agua de la mezcla de concreto y debe tomarse en cuenta en el cálculo de cantidad de materiales en el diseño de mezcla.

Esto es muy común cuando se trata de humedecer el agregado previo a la preparación de la mezcla.



### 2.3.2.c. CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS

#### a) GRADACIÓN

##### a.1) AGREGADO GRUESO:

Comúnmente llamado piedra, con partículas que superan los 4.75mm, es decir, el material retenido hasta la Malla Estándar ASTM #4.

##### a.2) AGREGADO FINO:

Denominando como arena, cuyas partículas son menores de 4.75mm, es decir, el material es el pasante de la Malla Estándar ASTM #4.

### 2.3.2.d. AGREGADO FINO

**Según la NTP 400.037 (2014)**, "Es el material que termina retenido en la malla estándar de 74  $\mu\text{m}$  (No. 200) después de pasar por el tamiz estándar de 9,5 mm (3/8" de pulgada) debido a la desintegración natural o artificial".

El agregado fino tiene que cumplir las siguientes características:

**Tabla 11.**

*Granulometría del Agregado Fino*

Tamiz	Porcentaje que pasa
9.5mm (3/8 pulg)	100
4.75mm (N°4)	95 a 100
2.36mm (N°8)	80 a 100
1.18mm (N°16)	50 a 85
600 $\mu\text{m}$ (N°30)	25 a 60
300 $\mu\text{m}$ (N°50)	05 a 30
150 $\mu\text{m}$ (N°50)	0 a 10

*Nota:* Norma Técnica Peruana NTP 400.037

### 2.3.2.e. AGREGADO GRUESO

**Según la NTP 400.037 (2014)** "Es el material retenido en el tamiz patrón de 4,75 mm (N°4) resultante de la ruptura natural o mecánica de la roca."



### 2.3.3. AGUA

Elemento que activa la reacción química del cemento, lubrica la combinación de los materiales para que sea trabajable. Por lo tanto, la dosificación de agua utilizada para la pasta puede modificar el comportamiento típico y la respuesta química de la pasta de cemento.

Tener en cuenta que el excesivo uso del agua puede mermar la resistencia de diseño del concreto, un parámetro para controlar el agua es realizar de manera intermitente la prueba del cono de Abrams o cuando se tenga sospechas de que no se está respetando la dosificación indicada en nuestro diseño de mezcla.

Asimismo, es recomendable realizar pruebas en la calidad del agua que se usa en obra.

La norma NTP 339.008 (2019) establece que el agua de mezcla debe incluir lo siguiente:

- agua de la tanda
- hielo (si corresponde),
- agua adicionada (según se indica),
- agua de aditivos cuando aumenta la proporción de agua/materiales cementantes en más de 1% - humedad libre de los áridos.

El agua potable puede utilizarse sin necesidad de realizar pruebas para determinar su cumplimiento. Se deben cumplir las siguientes condiciones para el uso de agua total o parcialmente no potable o procedente de la fabricación de concreto:



**Tabla 12.**

*Requisitos de performance del concreto para el agua de mezcla*

Requisitos	Límites
Resistencia a compresión, % mínimo con relación a la muestra control 7 días.	90
Tiempo de fraguado, desviación respecto al control, horas:minutos	De 1:00 más temprano a 1:30 más tarde

**Nota:** Norma Técnica Peruana la NTP 339.008

**Tabla 13.**

*Límites admitidos para el agua de mezcla y curado*

Descripción	Límite permisible
Sólidos en suspensión	5000 p.p.m. máximo
Materia orgánica	3 p.p.m. máximo
Alcalinidad (NaH CO <sub>3</sub> )	1000 p.p.m. máximo
Sulfato (ión S O <sub>4</sub> )	600 p.p.m. máximo
Cloruros (ión Cl)	1000 p.p.m. máximo
Ph	5 a 8

**Nota:** Norma Técnica Peruana la NTP 339.008

## 2.4. CONCRETO

### 2.4.1. DEFINICIÓN

Según Enrique Pasquel (1998), se compone de cantidades detalladas en un diseño previamente elaborado en laboratorio, está el material cementante, los agregados, agua libre de impurezas y ocasionalmente adiciones de productos especializados para alguna especificación en particular.

Inicialmente, describe una estructura maleable y moldeable, que finalmente se solidifica hasta alcanzar una consistencia firme con características aislantes y duraderas, convirtiéndolo en el componente de las construcciones más relevante.

Si bien es cierto el concreto es un material óptimo, cabe resaltar que también lo es el procedimiento de preparación, colocación, incluso el acabado que se le va a dar, tener la



pericia para poder manejar los tiempos de fraguado, existen ensayos que calculan estos tiempos, pero no siempre se usan, por lo general solo se depende de la experiencia del albañil, para estos casos hay criterios a tener cuenta, pues por excelente que sea el concreto, si no se le sabe trabajar, de igual forma puede incurrir en diversas patologías de concreto.

Por lo tanto, es fundamental comprender el impacto de las proporciones de los diversos componentes del hormigón, ya que el producto final depende tanto de su presencia como de la inclusión de aditivos.

**Según Rivva López (2000)**, el material de construcción más popular en nuestro país actualmente es el hormigón. El hormigón, en general, presenta siete aspectos fundamentales desconocidos: naturaleza, materiales, características, elección de cantidades, puesta en marcha, protocolos de calidad, y revisión y tratamiento de los componentes estructurales. Esto es así a pesar de que el acabado final del hormigón depende en gran medida de la experiencia del profesional encargado de su preparación y del conocimiento del material.

Por lo mencionado anteriormente, la importancia y los controles que se toman al realizar la preparación del concreto nunca están de más, generalmente es infaltable recurrir a la fabricación de especímenes de concreto para que luego puedan ser evaluadas y determinar los esfuerzos que estos pueden soportar.

Otro control que es comúnmente utilizado es la prueba de asentamiento del concreto, esta prueba al ser in situ, es de gran importancia y sirve como un indicador de que se está realizando un buen trabajo.



## 2.4.2. LOS COMPONENTES DEL CONCRETO

Según Enrique Pasquel (1998), en la actualidad se establecen 4 elementos para el hormigón. Siendo un elemento de poca participación está el aire, mientras que el cemento, el agua, los áridos y los aditivos son elementos activos. Los aditivos son un componente predominante en la realidad global actual, a pesar de que la definición convencional los considera opcionales. Por su habilidad científicamente demostrada para beneficiar la resistencia, la durabilidad y las condiciones de trabajo, son una opción más rentable a largo plazo, considerando un impacto significativo en la reducción del costo de los albañiles, los equipos, su colocación y consolidación, reparaciones e incluso la reducción de uso del material cementante.

Aun cuando el aire es un componente pasivo, toma un papel importante dependiendo de las circunstancias, claro es el ejemplo de un piso de concreto ubicado en una cámara refrigeradora, o un túnel de refrigeración, los cuales suelen estar a temperaturas de  $-23^{\circ}\text{C}$  cuando están en funcionamiento y cuando los apagan llegan a tener  $16^{\circ}\text{C}$ , en esta situación incluso surge la necesidad de implementar un incorporador de aire.

### *Figura 8.*

*Proporciones Típicas en Volumen Absoluto de los Componentes del Concreto*

Aire = 1% a 3%
Cemento = 7% a 15%
Agua = 15% a 22%
Agregados = 60% a 75%

**Nota:** Tópicos de Tecnología del Concreto



### **2.4.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO**

**Según Rivva Lopez (1992)**, las características del hormigón deben modificarse para adaptarlas a su uso previsto. Por lo tanto, la elección de las proporciones de las unidades cúbicas de hormigón debe facilitar la producción de hormigón con las cualidades necesarias para la situación específica para la que se crea la mezcla, como la densidad, la resistencia, la durabilidad y la facilidad de colocación.

**Según Enrique Pasquel (1998)**, la porosidad, o sistema de huecos, del hormigón es un componente esencial de su estructura una vez endurecido. Gran parte del agua de la mezcla solo actúa como lubricante durante su estado plástico, permaneciendo en zonas de asentamiento sólidas y líneas de flujo. Como resultado, se crean huecos o poros durante los procesos de endurecimiento y evaporación. Estos poros afectan la permeabilidad del hormigón, permitiendo el paso del agua o alguna otra sustancia líquida hacia la estructura del concreto, y su consiguiente capacidad para absorberlos.

#### **2.4.3.a. PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO**

Estas características, intervienen significativamente durante la colocación y maniobrabilidad del hormigón, incluyen la trabajabilidad, la segregación, la exudación, el fraguado y la consistencia. Estas características pueden observarse posteriormente, durante la elaboración de la mezcla de hormigón.

Estas propiedades son de vital importancia porque es en esta fase que se realizan los controles en campo, aquí es donde se pueden reducir grandemente las posibles patologías y no incurrir en fallas. El ingeniero y su equipo técnico debe contar con mucha experiencia al igual que el personal directo que coloca la mezcla, pues aquí es donde se requiere de la pericia para saber identificar estas características y saber en qué momento actuar y darle un mejor tratamiento al concreto.





## **TRABAJABILIDAD**

La capacidad del hormigón para manipularse, transportarse, colocarse y consolidarse correctamente con la mínima mano de obra y la mayor consistencia, y para completarse sin segregación, se conoce como trabajabilidad. La capacidad de compactación, la cohesión y la moldeabilidad son algunos de los conceptos incluidos en esta definición. La trabajabilidad también abarca el concepto de fluidez, con especial atención a la uniformidad y la flexibilidad, ya que ambas influyen significativamente en su comportamiento y aspecto final de la estructura.

**Según Enrique Pasquel (1998)**, se distingue por el grado de complejidad que implica la mezcla, el transporte, la colocación y la compactación del hormigón. Dado que se basa genuinamente en las capacidades mecánicas o manuales disponibles durante las fases del proceso, su evaluación es relativa. El hormigón, por ejemplo, puede ser trabajable en circunstancias específicas de colocación y compactación, pero si estos parámetros cambian, no siempre se considera así.

Está influenciado básicamente por la mezcla, la cantidad de agua y el balance idóneo entre el agregado grueso y el fino, lo que, en circunstancias ideales, crea una especie de homogeneidad en el movimiento artificial o inherente de la masa. Siempre que mantenga una capa de mortero de al menos 6 mm sobre el agregado grueso durante el movimiento, el hormigón suele ser adecuado en la mayoría de las circunstancias. Dado que la prueba de slump proporciona una estimación numérica de esta propiedad del hormigón, ha sido el método estándar para evaluar la trabajabilidad. Es fundamental comprender que esta prueba se centra más en la uniformidad que en la trabajabilidad, ya que es fácil demostrar que se pueden producir hormigones con el mismo asentamiento, pero bajo las mismas condiciones de trabajo, su trabajabilidad diferirá considerablemente.



Esta propiedad es importante, pues según el tipo de elemento que se vaya a preparar en obra, se recomiendan distintos asentamientos, también depende de que tan congestionado de acero se encuentre el elemento a vaciar.

## **SEGREGACIÓN**

Las partículas pesadas tienden naturalmente a hundirse debido a las variaciones en la densidad de los componentes del hormigón. Sin embargo, para el caso de los áridos normales, la densidad de la pasta con los agregados finos suele ser solo un 20 % menor que la de los áridos gruesos. El árido grueso permanece suspendido y sumergido en la matriz debido a esto y a su viscosidad.

Por eso es importante mantener un batido homogéneo de la mezcla para uniformizar los materiales y al momento de la compactación del concreto evitar tener la vibradora por un tiempo prolongado dentro de la mezcla.

Cuando los agregados se separan de la pasta de cemento, el hormigón se descompone mecánicamente en sus componentes.

### **- Causas:**

- Colocación vertical desde una altura pronunciada.
- Exceso de compactación.
- Peso específico del agregado mucho mayor que el del agregado fino.
- En mezclas poco resistentes.
- Transporte dificultoso.
- TMN de agregado grueso grande.
- Colocación de bombeo.
- Agregado de formas rugosas y perfil irregular.



## EXUDACIÓN

Se trata del movimiento del agua fuera de la mezcla, generalmente debido a la sedimentación de sólidos, lo que origina que el agua suba a la superficie. Suele ocurrir durante la colocación de losas de hormigón, lo que provoca la sedimentación de los áridos y un pulido superficial insuficiente. Las temperaturas muy altas y los aditivos que reducen o retrasan el fraguado son factores que contribuyen a esta característica.

Esta propiedad indica que, el agua perteneciente a la mezcla ascienda a la superficie del firme por medio de capilaridad y se separe de la pasta, creando una película de agua, algunos conocen este proceso como “lagrimeo del concreto”.

Tanto la finura del cemento como la cantidad de finos en los áridos influyen. Dado que se conserva el agua de amasado, la exudación se reducirá cuanto más fino sea el cemento molido y la proporción de material sea inferior a la malla N°100. Dado que la exudación es una propiedad inherente a la estructura del concreto, no se puede prevenir. Debido a sus posibles efectos negativos, es imperativo evaluarla y controlarla.

Debemos evitar la mala praxis generalizada de "secar" el hormigón rociando material cementicio sobre su superficie mientras continúa la exudación, así como la creencia errónea de que esta propiedad es una condición fuera de lo normal del concreto. Esto ocurre como resultado de la creación de una fina película de pasta en la cara superior del concreto, que se distingue de la masa inicial por una interfaz de agua en su parte inferior.

En estas condiciones, esta diminuta capa de pasta se desgasta a medida que el secado provoca contracción o la temperatura provoca cambios volumétricos, creando el patrón de rotura en forma de panal conocido como "crazing".

Esta falla es muy común, pero no debe normalizarse, es un error que por lo general se presenta por desconocimiento y/o desinformación, muchas de las veces por la premura.



## **FRAGUADO**

Es una característica del hormigón que se produce cuando el material cementante y el agua se combinan y generan reacciones químicas exotérmicas, formándose inicialmente la mezcla de cemento en estado plástico, seguida de un rápido aumento de la viscosidad con segregación de calor, momento en el que podemos decir que ha comenzado el fraguado. La pasta de cemento termina de fraguar cuando endurece y pierde su capacidad de deformarse, lo que ocurre después de unas horas.

Hay que ser muy observador para poder determinar y diferenciar las fases del fraguado, pues esto se puede determinar mediante el tacto, aunque existen pruebas de laboratorio que te indican el tiempo de fraguado, no es muy convencional realizarlos, es aquí donde cuenta la experiencia del ingeniero y saber que mediante el hundimiento que puede provocar sus dedos sobre la pasta es un indicador del endurecimiento.

Por lo cual es recomendable ser constante y cuidadoso durante las labores de colocación de concreto, sobre todo en áreas grandes, donde se dificulta el acceso.

### **- FRAGUADO INICIAL**

Es un estado temporal de la mezcla, que ocurre al momento después de haber colocado la mezcla en su ubicación final, en esta fase el concreto empieza a consolidarse.

En este momento también se presentan fisuras preliminares, lo cual también es reducido y evitado con la incorporación de las fibras.

### **- FRAGUADO FINAL**

Es la fase final de la colocación del concreto, aquí es donde se encuentra que la mezcla ya endureció totalmente, puede tardar tiempos distintos, en muchos de los casos va a



depender de la dosificación empleada, de la resistencia o de si se usó de algún aditivo en particular.

## **CONSISTENCIA**

Utiliza el nivel de fluidez de la mezcla para calcular su contenido de humedad. Esto implica que el hormigón fluirá con mayor facilidad durante la instalación si la mezcla tiene un mayor porcentaje de humedad.

Si bien la consistencia y la trabajabilidad están relacionadas, no son lo mismo. Una mezcla ineficiente para construcciones con mucho acero puede tener una consistencia plástica, pero una mezcla altamente consistente para pavimentos puede ser muy útil.

### **2.4.3.b. PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO**

Se presentan en la etapa final del fraguado, conocerlos es de gran importancia por su recurrencia en el día a día del ingeniero civil, puesto que, entre estas propiedades está la que se podría decir, en rasgos generales, es la que define la calidad del concreto.

## **RESISTENCIA**

Es el esfuerzo máximo que un elemento en particular puede resistir previo al fallo. Dado que el propósito principal del hormigón es soportar presiones de compresión, la evaluación de su capacidad para soportar estas tensiones sirve como indicador de calidad. Una de las cualidades más importantes del hormigón endurecido es su resistencia, que suele utilizarse para evaluar su aceptabilidad.

Sin embargo, teniendo en cuenta las propiedades y la ubicación de la obra, el ingeniero que crea la mezcla debe considerar cualidades adicionales como la resistencia a los sulfatos, la exposición a los químicos, la exposición a los impactos, el cambio de temperatura, que pueden ser equivalentes o superiores a la resistencia.



**Según Enrique Pasquel (1998)**, de acuerdo a las reacciones químicas que se generan al mezclar los componentes que conforman el concreto, define la resistencia como la propiedad de soportar esfuerzos de compresión y de tensión, mostrando un mayor rendimiento en compresión.

Principalmente depende de la composición de la pasta de cemento, que normalmente se manifiesta como la relación de peso entre cemento y agua. Adicionalmente, el tipo y las propiedades de resistencia del cemento empleado, junto con la calidad de los áridos que optimizan la estructura del concreto, se fusionan con las mismas variables que modifican las propiedades de resistencia de la mezcla, tales como la temperatura y el tiempo.

Para esto es importante respetar la dosificación indicada en los diseños de mezclas, y usar los materiales indicados en los estudios de los agregados.

## **DURABILIDAD**

Incluso bajo condiciones de exposición que a menudo reducirían o suprimirían su capacidad estructural, el hormigón debe ser capaz de fortalecerse y conservar sus cualidades a lo largo del tiempo.

Por lo tanto, se dice que un material es durable si puede soportar los impactos de las solicitudes y exigencias a la que es sometido.

Los efectos de los productos químicos, en particular los sulfatos y cloruros, la actividad de los aditivos antihielo, la congelación y descongelación, la humectación y el secado, el calentamiento y el enfriamiento, y otros factores internos y externos pueden acortar la vida útil del hormigón.



## **2.4.4.ETAPAS DE ELABORACIÓN DEL CONCRETO**

### **DOSIFICACIÓN**

Establecemos las características de los materiales que se utilizarán para elaborar el hormigón. Primero, el agregado grueso y fino se somete a las pruebas correspondientes. Con esta información, se diseña el concreto. Determinar la resistencia del concreto es esencial para ello, ya que dependerá de la construcción prevista, incluyendo las fuerzas que puede tolerar y los factores ambientales a los que se enfrentará. La mezcla se diseña una vez determinada la resistencia.

Finalmente, se determina una dosis equivalente a un pie cúbico o un saco de cemento. Según los lotes de mezcla, esto es lo que se utilizará y gestionará en la fabricación del concreto.

### **MEZCLADO**

En esta etapa es importante el almacenaje de los materiales de construcción, mantenerlos libre de impurezas y sin partículas que puedan dañar la calidad del hormigón. En cuanto a los equipos o maquinarias para la preparación del concreto, es crucial tenerlos en óptimas condiciones, pues de estos depende la homogeneidad de la mezcla.

De lo mencionado anteriormente, el objetivo del proceso del mezclado es el siguiente:

- El método correcto para agregar materiales de construcción a la hormigonera.
- El tiempo necesario para que el hormigón se mezcle uniformemente. Deben transcurrir al menos 1 minuto y medio después de haber colocado todos los materiales en el trompo mezclador.



## **TRANSPORTE**

**Según la Norma E.060 (2020)**, se debe transportar desde el lugar de preparación y llevarla hasta el lugar que se va a verter la mezcla, se recomienda que la distancia sea menor a 50 metros, hay que realizar esta actividad con mecanismos que eviten la pérdida o segregación de la mezcla, puede transportarse mediante carretillas o maquinaria de transporte.

Para el concreto premezclado se utilizan productos que prolonguen su tiempo de fraguado y mantengan la mezcla homogénea, siendo para este caso, mayor el tiempo y distancia de transporte.

## **COLOCACIÓN**

**Según la norma E.060 (2020)**, para evitar la segregación durante la manipulación o el traslado, el hormigón debe colocarse lo más cerca posible de su ubicación final.

El ritmo de colocación del hormigón debe garantizar que conserve siempre su plasticidad y fluya uniformemente hacia los huecos entre las armaduras.

Para evitar aplicar hormigón sobre hormigón que haya fraguado lo suficiente como para crear juntas o planos de vertido en la sección, el proceso de colocación debe realizarse en capas gruesas o en un flujo constante.

No se recomienda colocar el concreto a más de 1.5m de distancia de su ubicación final.

## **CONSOLIDACIÓN O COMPACTACIÓN**

Este es el método utilizado para eliminar el aire atrapado en la mezcla. Para ello, se deben utilizar herramientas de soporte. Un vibrador de concreto es la herramienta más utilizada para eliminar partículas de concreto después de su colocación. Esto garantiza que el





concreto cubra completamente toda el área donde se depositará, compactando la mezcla y liberando el aire atrapado.

Es fundamental tener en cuenta que omitir este paso en el proceso de producción de concreto podría debilitarlo al crear cavidades o dejar espacios de aire atrapado en la mezcla, lo que puede volverlo permeable y vulnerable a diversas fallas.

## **CURADO**

Puede ser de 2 tipos, curado con agua y curado con aditivos químicos.

Por lo general el curado debe realizarse por mínimo 7 días después del fraguado del concreto, este procedimiento es muy importante porque garantiza el aumento significativo de la resistencia del concreto durante los primeros días de endurecido. Tener en cuenta que de no curarse el concreto, puede originar fisuras o grietas en la superficie debido a que el concreto entra en un proceso de cristalización de partículas luego de fraguado, lo cual produce el agrietamiento, para evitar esto es que hay que mantener con agua al concreto por al menos 7 días.

El curado con agua se realiza cuando el concreto está en estado endurecido, por lo general 24 horas después de haber colocado la mezcla y durante 7 días, en algunos casos se suelen usar las llamadas “arroceras” para conservar por mayor cantidad de tiempo la zona húmeda.

El curado con aditivos químicos se suele realizar cuando el concreto está en estado fresco, por lo general se realiza posterior al acabado de la superficie del concreto y es suficiente con colocarlo solo una vez, ya que este tipo de curado forma una película plástica sobre la mezcla, lo cual evita que el concreto pierda su humedad interna, protegiéndola de la temperatura del ambiente, evitando así el proceso de cristalización del concreto.



## **2.5. DISEÑO DE MEZCLA**

### **2.5.1. GENERALIDADES**

**Según Rivva López (1992)**, es un proceso a través del cual se determinan la cantidad necesaria de cemento, agua, agregados con/sin aditivos para alcanzar las características técnicas requerido para la elaboración de concreto.

Dentro de los aditivos comúnmente usados tienen el propósito de acelerar o retardar el fraguado/endurecimiento inicial y mejorar la trabajabilidad. El concreto también puede elaborarse con aditivos minerales como puzolanas, cenizas y escorias de alto horno.

En síntesis, el diseño de mezclas implica elegir la cantidad de los materiales que en ella se van a usar, como unidad de medida típica se tiene al pie cúbico, lo cual representa a una bolsa de cemento, teniendo en cuenta la combinación más práctica y rentable que ofrezca una trabajabilidad adecuada sin comprometer los requisitos técnicos solicitados en las especificaciones técnicas de la obra.

Una vez obtenido este documento emitido por un laboratorio autorizado es que se procede a realizar su conversión a cantidad por baldes, por carretillas, por buggies o los medios de control que se tengan en campo, pues esto facilita y agiliza las maniobras de preparación de la mezcla y al mismo tiempo ofrece un fácil control de la dosificación empleada en campo.



### **2.5.2. REQUISITOS**

**Según Cordero, Cárdenas y Rojas (2018)**, indica los requisitos para el diseño de mezcla.

#### **MANEJABILIDAD**

La trabajabilidad se refiere a qué tan fácil es manipular y colocar el concreto sin que se segreguen los componentes.

La repartición del tamaño de los componentes de los agregados interviene en la densidad y en cómo se compactan, asimismo, las partículas angulares pueden dificultar la trabajabilidad, mientras que las redondeadas tienden a mejorarla; es por ello, que una correcta proporción de agregados entre finos y gruesos es fundamental. Por otro lado, existen aditivos que mejoran la trabajabilidad, como es el caso de los plastificantes.

#### **CONSISTENCIA**

La característica de moverse y moldearse, se conoce como consistencia. El asentamiento en el cono de Abrams, que muestra la fluidez y homogeneidad del hormigón, se utiliza con frecuencia para medirla. Si los áridos son más rugosos y angulares, se necesitará más agua. Al reducir la cantidad de aire incorporado, ciertos aditivos aumentan la consistencia.

Existen diversos rangos de consistencia, estos están indicados según el tipo de elemento a vaciarse, de esto depende su maniobrabilidad.

#### **RESISTENCIA**

##### **– RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

Utilizando especímenes elaborados con la mezcla de hormigón, se realizan frecuentemente pruebas de compresión de 28 días para evaluar la capacidad del hormigón para soportar pesos sin fallar. La resistencia estructural garantiza que se puedan soportar con seguridad tanto las cargas dinámicas como las estáticas.



### – RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Mide el esfuerzo de rotura por momento de una viga o losa de concreto no reforzado. Se mide aplicando cargas vivas a hormigón con un área de 0.15m x 0.15m ortogonal y una longitud de como mínimo 0.50m.

### – ADITIVOS

Los aditivos químicos (como plastificantes u hormigones de alto rendimiento) pueden mejorar la maniobrabilidad y permitir una disminución en la proporción a/c, manteniendo la misma resistencia. Los aditivos que aceleran la hidratación o que mejoran el curado también pueden influir en el desarrollo de la resistencia.

Tener en cuenta que los usos de aditivos curadores pueden generar una película plástica en la superficie, dotando de un color distinto al del concreto convencional, lo cual puede generar la perspectiva de la llamada patología de “piel de cocodrilo” cuando realmente solo se trata del curador.

### 2.5.3. PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS

El ACI 211.1 indica la secuencia lógica para el diseño de hormigón considerando variables como la proporción a/c, cantidad mínima de cemento, aire, asentamiento, tamaño de agregados, resistencia, etc.

#### PASO 01: ASENTAMIENTO

Dentro de las características requeridas para iniciar, el primer paso es seleccionar el asentamiento, de no contarse con este dato, puede considerarse de la siguiente manera:



**Tabla 14.**

*Asentamiento por elemento*

Elemento	Asentamiento (cm)	
	Máx.	Min
Zapatas y muros de cimentación reforzados		
Cimentaciones, cajones y muros de subestructura sin refuerzo	7.5	2.5
Pavimentos y losas		
Muros y vigas reforzados	10	
Columnas		
Concreto en masa	5	

*Nota:* ACI 2002

## PASO 02: TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO

La selección del TMN debe estar acorde con la estimación del porcentaje de agua y aire

## PASO 03: CONTENIDO DE AGUA Y AIRE

Al respecto, se muestra los siguiente:

**Tabla 15.**

*Cantidad de Agua y aire según asentamiento de concreto*

Asentamiento	Agua en l/m <sup>3</sup> para el tamaño nominal máximo indicado							
	9.5	12.5	19	25	37.5	50	75	150
<b>Concreto sin entrada de aire</b>								
<b>25 a 50</b>	208.1	199.2	187.3	178.4	163.5	154.6	130.8	113.0
<b>75 a 100</b>	228.9	217.0	202.2	193.2	178.4	169.5	145.7	124.9
<b>150 a 175</b>	243.8	229.0	214.1	202.2	187.3	178.4	160.5	-
<b>Más de 175</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>aire en mezcla (%)</b>	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

*Nota:* ACI 2002

## PASO 04: RELACIÓN A/C

Esta selección determina la durabilidad del concreto, en condiciones severas, esta relación debe ser baja.

Se muestran relaciones típicas según resistencia, en condiciones normales.



**Tabla 16.**

*Relación a/c y esfuerzo de compresión a los 28 días de curado.*

<b>F'c (MPa)</b>	<b>A/C</b>
<b>42</b>	0.41
<b>35</b>	0.48
<b>28</b>	0.57
<b>21</b>	0.68
<b>14</b>	0.82

*Nota:* ACI 2002

## **PASO 05: CONTENIDO DE CEMENTO**

Se determina:

### **Ecuación 5.**

*Relación agua cemento*

$$C = \frac{a}{a/C}$$

*a = Cantidad de agua (kg/m<sup>3</sup>)*

*C = Cantidad de cemento (kg/m<sup>3</sup>)*

*$\frac{a}{C}$  = Relación agua – cemento*

## **PASO 06: CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO**

Una buena trabajabilidad de la mezcla depende del TMN, graduación y MF.

**Tabla 17.**

*Volumen de agregado grueso compactado por unidad de volumen de concreto*

<b>Tam. Max. Nom. (mm)</b>	<b>Volumen de agregado grueso compactado por unidad de volumen para concreto para diferentes módulos de fineza de agregado fino</b>			
	<b>2.4</b>	<b>2.6</b>	<b>2.8</b>	<b>3.0</b>
<b>9.5</b>	0.50	0.48	0.46	0.44
<b>12.5</b>	0.59	0.57	0.55	0.53
<b>19</b>	0.66	0.64	0.62	0.59
<b>25</b>	0.71	0.69	0.67	0.65
<b>37.5</b>	0.75	0.73	0.71	0.69
<b>50</b>	0.78	0.76	0.74	0.72
<b>75</b>	0.82	0.80	0.78	0.76
<b>150</b>	0.87	0.85	0.83	0.81

*Nota:* ACI 2002



## **PASO 07: CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

Se deriva de la variación en el peso del hormigón fresco en comparación con el peso total de los demás materiales. El Método de Peso o Volumen absoluto puede ser utilizado.

## **PASO 08: AJUSTES POR HUMEDAD**

Debido a la absorción del agregado, debe ajustarse considerando una cantidad equivalente y dependerá del contenido de humedad del agregado.

## **PASO 09: AJUSTES DE PRUEBA**

Realizado por el incumplimiento de alguno de los factores estimados.

### **2.6. FIBRAS**

#### **2.6.1. GENERALIDADES**

La fisuración del concreto es un fenómeno que puede considerarse tanto problemático como inevitable en el diseño y la construcción de estructuras. Es esencial que los ingenieros estructurales comprendan las causas y efectos, así como los límites permisibles, para asegurar las construcciones.

El acero de refuerzo tiene como objetivo absorber las cargas sean momento, cortantes, torsión; sin embargo, existen esfuerzos que se generan como consecuencia del proceso natural del secado, comúnmente para resolver esto se consideran mayores cuantías de hacer o se emplean mallas electrosoldadas, denominándose refuerzo secundario o “por temperatura”.

La colocación de las mallas es laboriosa y consume tiempo, esto puede resultar en mallas ubicadas en lugares que no son óptimos para actuar efectivamente como refuerzo.



En el caso de una placa que se alabea sobre un terreno convexo en climas cálidos, si la malla está demasiado alejada de la superficie, no proporcionará el refuerzo necesario donde más se necesita, aumentando el riesgo de fisuración.

Debido a las limitaciones en la colocación y la eficiencia del refuerzo secundario (como las mallas electrosoldadas), ha surgido el uso de fibras como alternativa.

La elección entre la malla electrosoldada y las fibras depende de las necesidades específicas del proyecto, pero es claro que la incorporación de fibras ha sido una innovación significativa para superar las limitaciones asociadas con el refuerzo tradicional. Mientras que las mallas son útiles en ciertas aplicaciones, el uso de fibras puede ofrecer una solución más efectiva en la mitigación de fisuras y en la mejora del comportamiento global del concreto.

## **2.6.2. CLASIFICACIÓN**

### **2.6.2.a. POR MATERIAL**

#### **a) FIBRAS METÁLICAS**

Se trata de secciones discretas de metal con dimensiones de relación longitud/diámetro de 20 a 100. Generalmente son de acero con un contenido reducido de carbón.

#### **a.1. FIBRAS DE ACERO TRÉFIL**

**Según Maccaferri (2007)**, las fibras de acero trefil se conforman en frío con alambres de acero de bajo carbono. Aproximadamente alcanzan longitudes de 1 a 7.5cm con diámetro de 0.25 a 0.8mm. Su adición en el concreto permite mejorar la adherencia, aumento de capacidad de carga por mayor resistencia a la tracción e incremento de ductilidad sin afectar los tiempos de fraguada. Se recomienda que su adición sea mayor de 20 a 25 kg/m<sup>3</sup> (0.025% a 0.03%) pudiendo llegar a los 40 a 80 kg/m<sup>3</sup> (0.5 a 1.5%).





**Según QSI Perú S.A. (2019)**, las mezclas de hormigón con incorporación de fibra tréfil presentan mayor capacidad de resistir el corte y flexión; por tanto, su uso es aplicable a:

- Pistas de aeropuertos (despegue, estacionamiento y aterrizaje)
- Losas de almacenes, muelles, etc.
- Concreto refractario
- Losas de tráfico pesado

### **2.6.3. APLICACIONES**

#### **a) PISOS Y PAVIMENTOS**

Las microfibras han revolucionado el uso de materiales compuestos y su aplicación en estructuras de concreto, especialmente cuando se trata de optimizar las propiedades mecánicas y reducir la susceptibilidad a fisuras. Las microfibras juegan un papel crucial en la mejora del comportamiento del concreto, especialmente en su capacidad para resistir el agrietamiento. Pese a su bajo dosaje (menos de  $1 \text{ kg/m}^3$ ) permite una amplia dispersión dentro de la matriz del concreto, lo que maximiza su efectividad. Se estima que las aplicaciones de fibras en losas sobre terreno alcanzan hasta el 60% como refuerzo por temperatura.

#### **b) Prefabricados**

El uso de fibras sintéticas, así como fibras metálicas, ha ganado popularidad en cuanto a las alternativas de solución de construcción, particularmente en la producción de elementos prefabricados. La incorporación de fibras en los elementos prefabricados representa una mejora sustancial en términos de funcionalidad, durabilidad y seguridad. A medida que la tecnología avanza, también se desarrolla una mayor variedad de fibras y combinaciones, lo que permite a los ingenieros y arquitectos diseñar soluciones más eficientes y sostenibles.



# **CAPITULO III:**

# **METODOLOGÍA**



### **3.1.ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN**

Según el método de investigación, este proyecto se clasifica como una investigación cuantitativa, lo que conlleva la evaluación y el estudio de datos, tales como: Capacidad de compresión y flexión del hormigón utilizado en las losas industriales.

### **3.2.MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

#### **TIPO Y NIVEL**

Este proyecto está tomando en cuenta la modalidad de investigación experimental, debido a que se centra en la obtención de un óptimo contenido de fibras de acero tréfil a través de continuos ensayos en laboratorio.

Dado que inicialmente partimos desde un concreto convencional y al cual, progresivamente vamos adicionando la fibra metálica, hasta encontrar el porcentaje óptimo con el cual alcanza su mayor resistencia en cuanto a compresión y flexión.

Estos hallazgos se utilizaron para la creación de un diseño de pavimento rígido y luego se llevó a cabo la comparación del costo de ambos pavimentos, uno con concreto tradicional y el otro con fibra de acero tréfil añadida.

#### **3.2.1. MÉTODO DE ESTUDIO**

- Se recolectó datos vinculados a la fibra de acero utilizada en el hormigón tradicional en libros, tesis, investigaciones y artículos.
- Se realizó el análisis de los materiales de construcción empleados en la elaboración del concreto convencional para un pavimento rígido.
- Se construyeron muestras de probetas y prismas de concreto tradicional, incluyendo la fibra de acero tréfil en diferentes proporciones, basándonos en la recolección de datos de diversas investigaciones vinculadas.



- Cada vez que cumplió el tiempo de curado de las probetas se llevaron a un laboratorio autorizado, esta información fue procesado a través de cuadros y tablas de Excel.
- Se desarrolló el diseño del pavimento rígido mediante la metodología AASHTO 93.
- Los resultados, conclusiones y recomendaciones están descritos en el capítulo IV y capítulo V respectivamente.

### **3.3.DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

#### **DISEÑO EXPERIMENTAL**

Este análisis se realizó de la siguiente forma: inicialmente, se desarrolló un diseño convencional de mezcla de hormigón y, luego, se elaboró un diseño de hormigón con la implementación de un nuevo producto a razón de 3%, 5% y 8% de fibra trefilada según la cantidad de material cementante empleado.

Durante la incorporación de la fibra tréfil se tuvo en cuenta la relación entre la cantidad de material cementante, la cual fue calculada en base a la indicada en el diseño de mezcla típico, según esto calculamos la dosificación de la fibra a emplear para cada porcentaje respectivamente.

Tras la creación de especímenes de concreto estándar (vigas y especímenes) con una  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , se midieron los esfuerzos a la compresión y a la flexión de los productos a los 7, 14, 21 y 28 días. Esto se realizó para obtener una curva de resistencia-tiempo consistente para sus esfuerzos de soportar la flexión y a la compresión. Posteriormente, evaluamos muestras de hormigón con una  $f'c$  de  $280 \text{ kg/cm}^2$  añadiendo fibra de acero trefilada al 3%, 5% y 8% del volumen de hormigón. A los 7, 14, 21 y 28 días, se midió su esfuerzo para soportar sollicitaciones de compresión y flexión, respectivamente. Esto



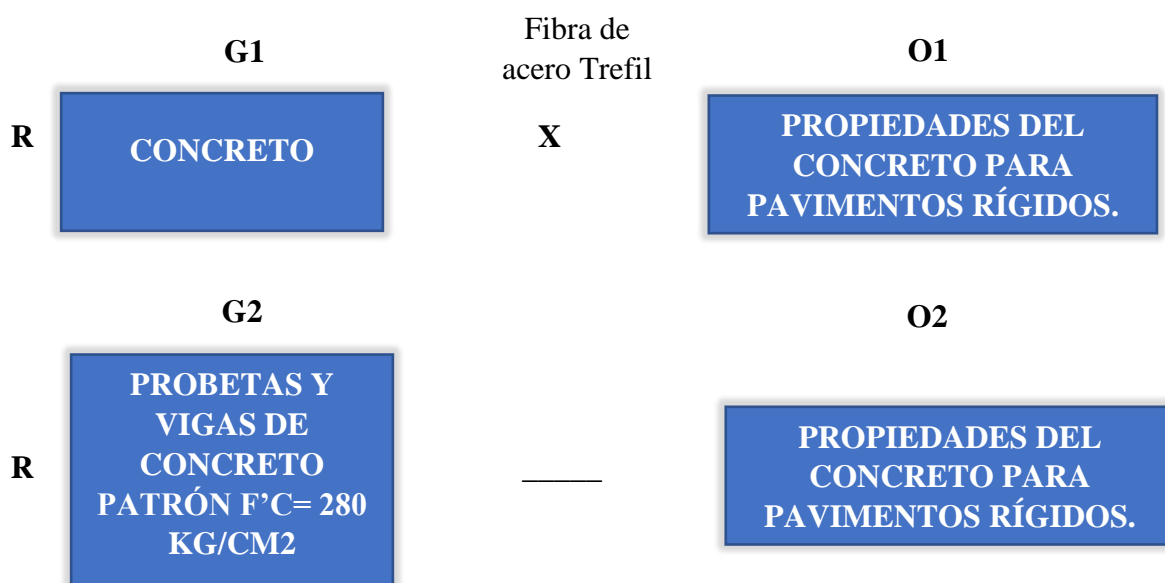
se realizó para obtener una curva de resistencia en función del tiempo para sus esfuerzos a la flexión y a la compresión.

El porcentaje ideal de fibra de acero trefilada se determinó comparando y evaluando los resultados de los ensayos descritos previamente.

Tras añadir la cantidad ideal de fibra trefilada a 30 muestras de hormigón, se evaluó su esfuerzo para resistir cargas de compresión y de flexión. Finalmente, establecimos una relación matemática entre la mejora de resistencia y la adición de fibra trefilada. Añadimos fibra trefil a un modelo de pavimento de concreto y lo comparamos con un diseño de pavimento rígido tradicional utilizado en losas industriales.

Creamos diseños de pavimento de concreto utilizando hormigón tradicional y hormigón con fibra trefilada añadida, utilizando la información obtenida del laboratorio respecto a los valores alcanzados de las roturas de las muestras, y posteriormente realizamos una comparación técnica y económica.

Esta investigación emplea un enfoque cuantitativo y un diseño puramente experimental.



Donde:

R : Asignación aleatoria



G1 : Grupo de Experimento

G2 : Grupo de Control

X : Condición experimental

— : Indica que se trata de un grupo de control

O1 : Medición del Grupo Experimental

O2 : Medición del Grupo Control

### **3.4. POBLACIÓN**

La población de estudio de esta investigación estuvo constituida por la mezcla de concreto para losas industriales con fibra de acero trefil.

### **3.5. MUESTRA**

Las 72 muestras utilizadas inicialmente en nuestro estudio fueron 48 moldes de 0.15m de diámetro y 0.30m de alto, las cuales se sometieron a ensayos de resistencia a la compresión según la norma ASTM C 39 a los 7, 14, 21 y 28 días. Las 24 muestras restantes fueron vigas con una sección transversal de 0.15m x 0.15m y 0.50m de longitud, las cuales se sometieron a ensayos de resistencia a la flexión según la norma ASTM C 293-02 a los 7, 14 y 28 días.

Se tuvo especial cuidado de que por tanta preparada de mezcla se obtengan muestras representativas para cada porcentaje, de esta manera los resultados fueron mucho más realistas y así logramos mermar el error humano entre cada tanda preparada.

Se elaboraron 30 muestras cilíndricas y 30 prismas de concreto con el porcentaje ideal de fibra trefil para someterlos a pruebas de compresión y flexión, respectivamente, a los 28 días de la finalización del proyecto, estableciéndose dicho porcentaje ideal. La distribución es de acuerdo a las siguientes tablas.



**Tabla 18.**

*Cantidad de Muestras para ensayos de Resistencia a la Compresión.*

Ensayo de resistencia a la compresión	N° de probetas
Concreto patrón	12
Concreto reforzado con 3 % de fibras de acero tréfil	12
Concreto reforzado con 5 % de fibras de acero tréfil	12
Concreto reforzado con 8 % de fibras de acero tréfil	12
Concreto reforzado con porcentaje de fibra optimo	30

**Nota:** Cálculo de muestra se encuentra en **Anexo 12**

**Tabla 19.**

*Cantidad de Muestras para ensayos de Resistencia a la Flexión.*

Ensayo de resistencia a la flexión	N° de Vigas
Concreto patrón	6
Concreto reforzado con 3 % de fibras de acero tréfil	6
Concreto reforzado con 5 % de fibras de acero tréfil	6
Concreto reforzado con 8 % de fibras de acero tréfil	6
Concreto reforzado con porcentaje de fibra optimo	30

**Nota:** Cálculo de muestra se encuentra en **Anexo 12**

Esto constituye una muestra de 78 probetas y 54 vigas en total.

### **Ecuación 6.**

*Cálculo de muestra*

$$n = \left( \frac{Z \cdot \sigma}{E} \right)^2$$

Donde:

n: Número de Muestras

Z: Factor correspondiente a un 90% del nivel de confianza-

$\sigma$ : Desviación Estándar.

E: Error Máximo.

**Nota:** Ver sustento del Cálculo del tamaño de la muestra, en Anexos.



### **3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

#### **3.6.1. VARIABLES**

##### **3.6.1.a. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Fibra de Acero Tréfil

##### **3.6.1.b. VARIABLE DEPENDIENTE**

Propiedades del concreto para pavimentos rígidos

#### **3.6.2. DEFINICIÓN CONCEPTUAL**

**Variable Independiente:** Fibra de Acero Tréfil

**Según Sika (2017)**, se trata de fibras de acero trefiladas de primera calidad que se utilizan para reforzar el hormigón en losas prefabricadas convencionales e industriales. Se fijan específicamente al hormigón para favorecer la homogeneidad durante la mezcla y evitar que las fibras individuales se aglomeren.

**Variable Dependiente:** Propiedades del concreto para pavimentos rígidos

Existen dos tipos de hormigón: fresco y endurecido. Dado que cada estado se comporta y utiliza de forma diferente, posee cualidades únicas. La resistencia es una de las características más notables del hormigón en estado endurecido: se refiere a la capacidad de resistir del hormigón a diversas tensiones, siendo las más significativas la capacidad de resistir del hormigón a diversas tensiones, siendo las más significativas la capacidad de resistir esfuerzos a la tracción, la flexión y la compresión. La capacidad de resistir esfuerzos de compresión del hormigón es su rasgo más sobresaliente, ya que esta característica nos muestra el volumen de fuerza que puede resistir por cada segmento de área a evaluar, un esfuerzo que cambia dependiendo de las demandas de exposición.





### 3.6.3. DEFINICIÓN OPERACIONAL

**Variable Independiente:** Fibra de Acero Tréfil

Se trata de agregar fibra tréfil al concreto de resistencia  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> en medidas del 3%, 5% y 8% para establecer el porcentaje ideal.

Se establecen las cantidades según la cantidad de cemento a emplearse, esto es una relación proporcional.

**Variable Dependiente:** Propiedades del concreto para pavimentos rígidos

Se refiere a determinar el impacto de la incorporación de fibra tréfil en proporciones del 3%, 5% y 8% en las características de resistir esfuerzos de compresión y flexión para llevar a cabo la propuesta de diseño para la losa de pavimento rígido.

Nota: Ver **Anexo 13**, Operacionalización de Variables

## 3.7.TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### 3.7.1. TÉCNICA

Las técnicas que se emplearán en la investigación son las de observación directa y la de revisión de documentos.

### 3.7.2. INSTRUMENTO

Los siguientes son los instrumentos que se emplearán en este estudio:

- Ficha documentaria: De elaboración propia, se usará para la recolección de datos de diversas investigaciones que servirán como un punto inicial de nuestra investigación.
- Ficha de Ensayo de probetas: Elaborada en base al manual de ensayos de Materiales, en donde se considerará las características de las probetas y sus resultados.

Los instrumentos han sido validados por la Normativa Peruana, siguiendo los estándares e indicaciones establecidos por estas. A continuación, detallamos las normas utilizadas:



**Tabla 20.**

*Normas usadas*

<b>Título de la Norma</b>	<b>CÓDIGO</b>
Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.	ASTMC33/ASTM C136
Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (Peso Específico) y absorción del agregado grueso.	NTP 400.021
Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (Peso Específico) y absorción del agregado fino.	NTP 400.022
Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.	NTP 400.017
Extracción y preparación de las muestras	NTP 400.010
Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams.	NTP 339.035
Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto	ASTM C 39
Método de ensayo estándar para resistencia a la flexión del concreto (Usando una viga simple con carga al centro del claro)	ASTM C 293-02
Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión, en muestras cilíndricas	NTP 339.034
Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo	NTP 339.079

**Nota:** Elaboración Propia



### **3.7.3. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para esta investigación inicialmente se consultó diversas investigaciones para obtener un antecedente respecto a la cantidad de acero trefil a usar.

El procedimiento de recopilación de datos se segmenta en tres fases:

- Siguiendo el manual de ensayos de materiales, en la primera etapa realizamos análisis granulométricos de los áridos para determinar sus características. Posteriormente, preparamos las probetas y las vigas, y comenzamos a elaborar la mezcla de hormigón mediante el método ACI. Para determinar la proporción de fibras de acero trefil que mejora la resistencia a la compresión del hormigón, se fabricaron 48 probetas cilíndricas de 0.15m de diámetro y 0.30m de alto. Simultáneamente, se construyeron 28 prismas de hormigón de 0.50m de longitud y 0.15m de anchura para determinar la proporción de fibras trefil que aumentaban la resistencia a la flexión del concreto.
- Se ejecutaron pruebas de esfuerzo a la compresión a las edades de 7, 14, 21 y 28 días en la segunda etapa, de acuerdo con la norma NTP 339.034, obteniendo resultados que, al compararlos, proporcionaron la dosificación ideal de fibra trefil. Los 30 especímenes de concreto final se fabricaron utilizando el porcentaje ideal de fibra trefil del 5% y se evaluaron a los 28 días para confirmar la precisión de los resultados y la desviación estándar.
- Los treinta prismas de hormigón finales se fabricaron con el porcentaje óptimo de fibra trefil (5%), los cuales se probaron a los 28 días para confirmar la fiabilidad de los resultados y la desviación estándar. Asimismo, se realizaron pruebas de resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días, teniendo en cuenta la norma NTP 339.079. Los resultados de estas pruebas se compararon para determinar el porcentaje ideal de fibra de acero trefil.



- En el tercer paso, tras determinar la proporción ideal de fibra trefil, diseñamos dos pavimentos rígidos: uno con hormigón tradicional (patrón) y acero de refuerzo, y otro con hormigón y la proporción ideal de fibra trefil añadida sin refuerzo de acero. Esto se realizó para comparar y determinar si la adición de fibra trefil mejoraba las características mecánicas y económicas del pavimento rígido.

### **3.8.TÉNICAS DE ANALISIS DE RESULTADOS**

#### **3.8.1. PLAN DE PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Se utilizará Microsoft Excel 2016 para el tratamiento de datos, y se hará uso de métodos estadísticos descriptivos y deductivos para el análisis de datos. La hipótesis se probó mediante el método estadístico ANOVA.

Antes de aplicar el método ANOVA, se confirmó la homogeneidad y normalidad de los resultados.

Se hizo uso del método estadístico de Shapiro-Wilk para confirmar la prueba de normalidad y se determinó que los datos de la muestra tenían una distribución normal. Véase el Anexo 17.

Se utilizó F de Fisher para confirmar la prueba de homogeneidad y los resultados mostraron que los datos eran homogéneos. Véase el Anexo 17.

Por último, se examinó la capacidad de resistir esfuerzos de compresión y a la flexión mediante el método ANOVA para la prueba de hipótesis.

En cuanto a la resistencia a la compresión, se busca verificar la hipótesis con un 5% de relevancia de que, si se añade un 3%, 5% y 8% de fibra en proporción al peso del cemento en la mezcla del concreto utilizado en losas industriales, tiene un impacto significativo en la resistencia a la compresión.



Se planteó la hipótesis Nula y alternativa, de la siguiente manera:

- Hipotesis Nula:  $H_0$ = La adición de fibras de acero trefil en 3%, 5% y 8% en el diseño de mezclas de concreto aplicado a pavimentos industriales no influye significativamente la resistencia a la compresión.
- Hipotesis Alternativa:  $H_1$ = La adición de fibras de acero trefil en 3%, 5% y 8% en el diseño de mezclas de concreto aplicado a pavimentos industriales influye significativamente la resistencia a la compresión.

Respecto a la resistencia a flexión, se desea probar la hipótesis con un 5% de significancia de que si se adiciona en 3%, 5% o 8% de fibra de acero trefil respecto al peso del cemento de la mezcla del concreto aplicado a losas industriales influye significativamente en la resistencia a la flexión.

Se planteó la hipótesis Nula y alternativa, de la siguiente manera:

- Hipotesis Nula:  $H_0$ = La adición de fibras de acero trefil en 3%, 5% y 8% en el diseño de mezclas de concreto aplicado a pavimentos industriales no influye significativamente en la resistencia a la flexión.
- Hipotesis Alternativa:  $H_1$ = La adición de fibras de acero trefil en 3%, 5% y 8% en el diseño de mezclas de concreto aplicado a pavimentos industriales influye significativamente en la resistencia a la flexión.



# **CAPITULO IV**

## **RESULTADOS Y DISCUSIONES**



## 4.1.RESULTADOS

### 4.1.1. DISEÑO DE MEZCLA

**Tabla 21.**

*Resultados de Dosificación del Diseño de Mezcla*

Cemento	Arena	Piedra	Agua (Lts)
1	1.7	2.03	19.66

Nota: El diseño de mezcla se adjunta en el **Anexo 3**

**Tabla 22.**

*Contenido de Fibra por Espécimen de Concreto*

Cemento (gramos)	Porcentaje de Adición	Fibra de Acero Tréfil (gramos)
2732	3%	82.0
	5%	136.6
	8%	218.6

**Nota:** Elaboración Propia

**Tabla 23.**

*Contenido de Fibra por Prisma de concreto*

Cemento (gramos)	Porcentaje de Adición	Fibra de Acero Tréfil (gramos)
5800	3%	174.0
	5%	290.0
	8%	464.0

**Nota:** Elaboración Propia

De las tablas se visualiza la cantidad de materiales a usar por cada probeta y prismas a elaborar durante la investigación. Tanto para el concreto típico como para las vigas con de fibra tréfil incorporada.

## 4.1.2. ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN

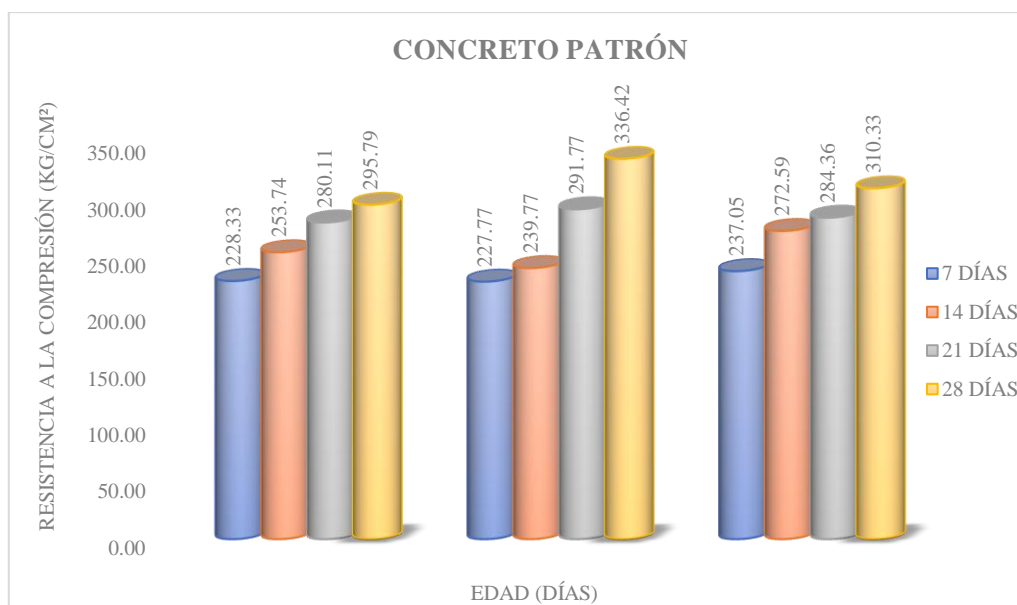
### 4.1.2.a. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

A continuación, se muestran los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión realizados en los especímenes de concreto. Estas muestras se ensayaron a los 7, 14, 21 y 28 respectivamente.

#### 4.1.2.a.1. ENSAYOS DE CONCRETO PATRÓN

**Figura 9.**

*Resultados de Muestra de Concreto Patrón*



**Nota:** Elaboración Propia

Del gráfico mostrado anteriormente se puede apreciar qué, los resultados para las muestras del concreto convencional superan la resistencia de diseño, esto debido al factor de seguridad al realizarse el diseño de mezcla, y también debido al error humano al momento de elaborar las probetas, sin embargo, muestran regularidad y cercanía, siendo el resultado promedio a los 28 días de, 314.18 kg/cm<sup>2</sup>, el cual será usado como base para los próximos análisis en base a la adición de fibra de acero tréfil.

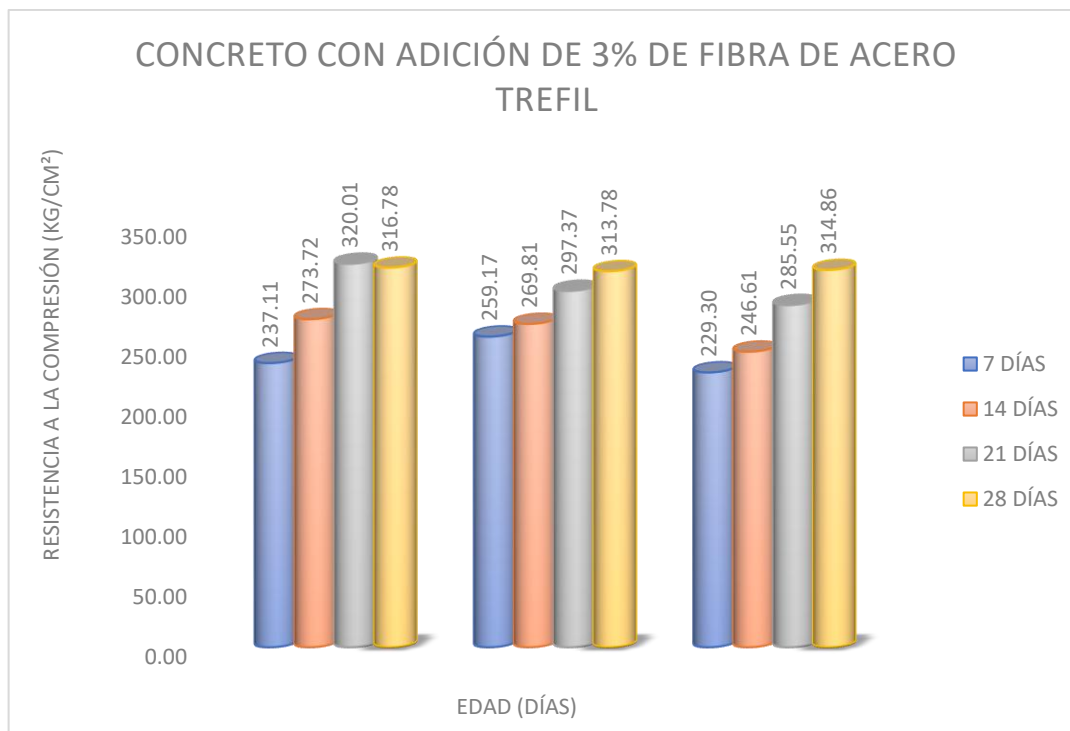


#### 4.1.2.a.2. ENSAYO DE CONCRETO CON ADICIÓN DEL 3% DE FIBRA DE ACERO TRÉFIL

A continuación, se exhiben los hallazgos de laboratorio derivados de la rotura de probetas de concreto mediante la inclusión de fibra de acero tréfil.

**Figura 10.**

*Resultados de Muestra de Concreto con Adición del 3% de Fibra de Acero Tréfil*



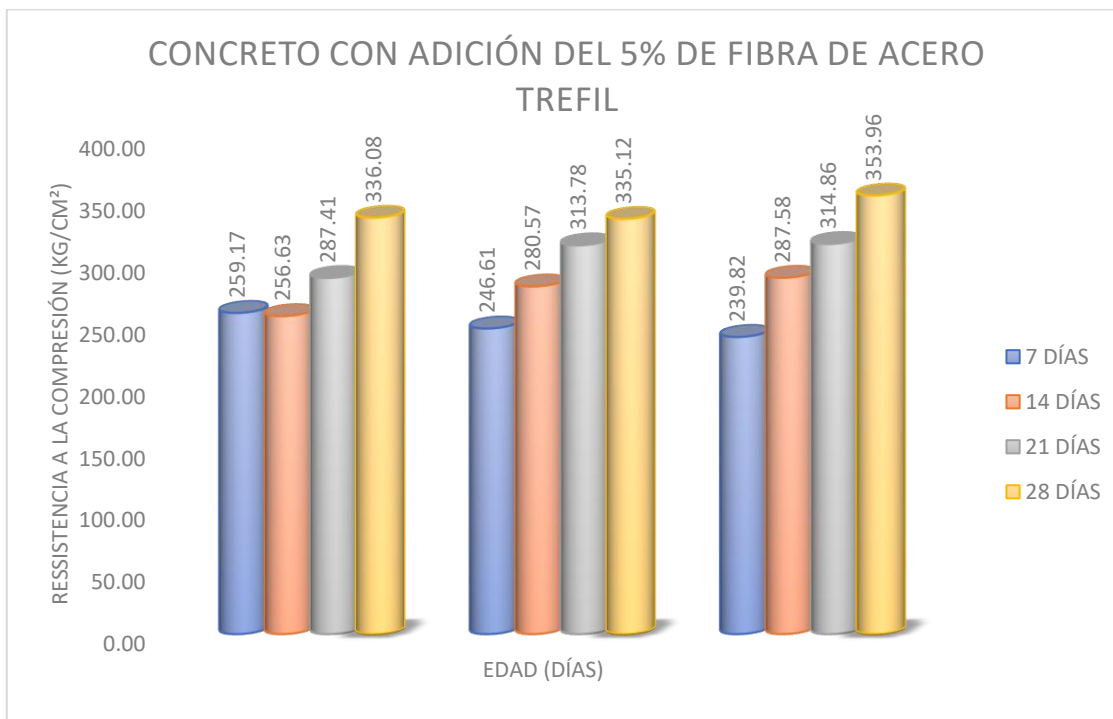
**Nota:** Elaboración Propia

El gráfico previamente mostrado evidencia que los resultados para las muestras de concreto con la incorporación del 3% de fibra de acero tréfil suelen ser similares a la resistencia obtenida por la muestra típica, a los 28 días, con un valor de 315.14 kg/cm<sup>2</sup>. Esto representa el promedio de la rotura de las muestras a los 28 días para la afición del 3% de fibra de acero tréfil.

#### 4.1.2.a.3. ENSAYO DE CONCRETO CON ADICIÓN DEL 5% DE FIBRA DE ACERO TRÉFIL

**Figura 11.**

*Resultados de Muestra de Concreto con Adición del 5% de Fibra de Acero Tréfil*



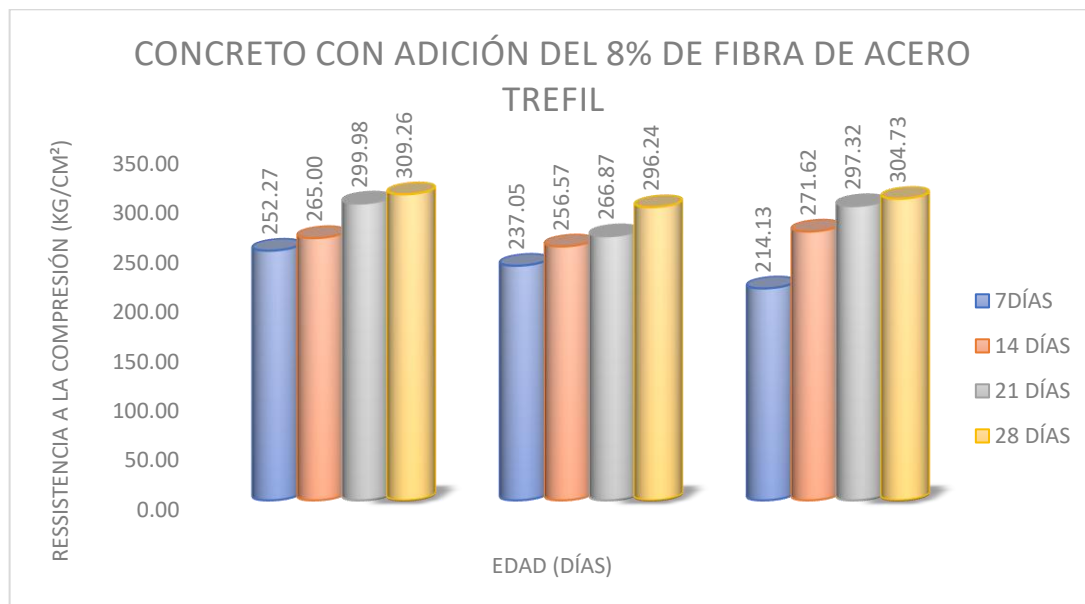
**Nota:** Elaboración Propia

Del gráfico mostrado anteriormente se puede observar qué, los resultados para las muestras del concreto con adición del 5% de fibra de acero tréfil superan a la resistencia alcanzada por la muestra patrón, a la edad de 28 días, siendo de 341.72 kg/cm², este aumento representa a un 8.76% de la resistencia del concreto convencional, el resultado es el promedio de la rotura de probetas a los 28 días para una adición del 5% de fibra de acero tréfil.

#### 4.1.2.a.4. ENSAYO DE CONCRETO CON ADICIÓN DEL 8% DE FIBRA DE ACERO TRÉFIL

**Figura 12.**

*Resultados de Muestra de Concreto con Adición del 8% de Fibra de Acero Tréfil*



**Nota:** Elaboración Propia

Del gráfico mostrado anteriormente se puede observar que, los resultados para las muestras del concreto con incorporación del 8% de fibra tréfil son menores a la resistencia obtenida por la muestra patrón, a los 28 días, siendo de 303.41 kg/cm<sup>2</sup>, esta disminución representa a un 3% de la resistencia del concreto convencional, el resultado es el promedio de la rotura de probetas a los 28 días para una adición del 8% de fibra de acero tréfil.

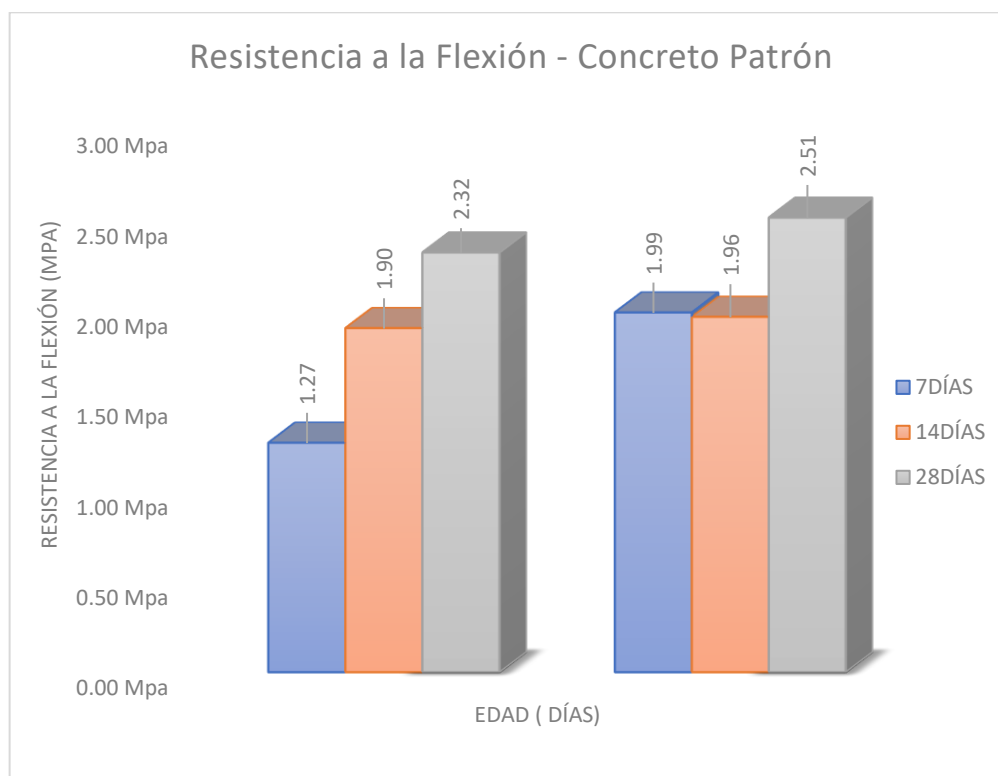
#### 4.1.2.b. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

A continuación, se muestran los resultados de los ensayos de resistencia a flexión realizados en los prismas de concreto. Estas muestras se ensayaron a los 7, 14 y 28 respectivamente, estas muestras se fabricaron según el diseño de mezcla elaborado previamente.

#### 4.1.2.b.1. ENSAYO DE CONCRETO PATRÓN PARA PRISMAS

**Figura 13.**

*Resultados de Ensayo de Resistencia a la Flexión – Concreto Patrón*



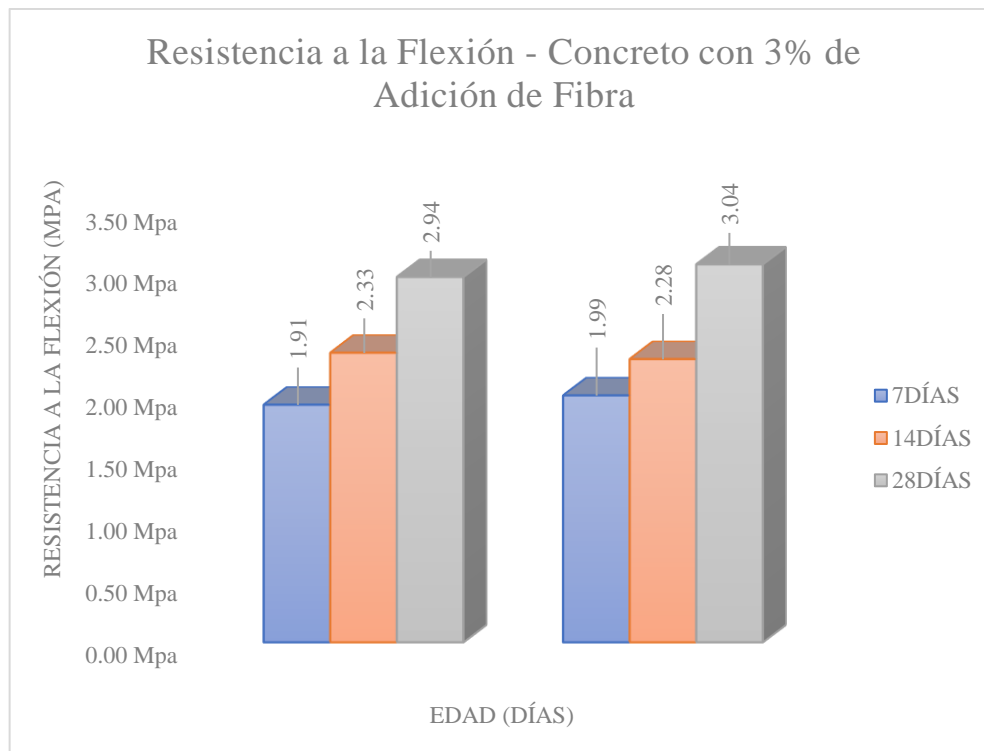
**Nota:** Elaboración Propia

Del gráfico mostrado anteriormente se puede observar que, el resultado muestra un crecimiento regular en cada ensayo realizado, alcanzando una resistencia máxima a la flexión de 2.42 MPa a los 28 días de edad.

#### 4.1.2.b.2. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON 3% DE ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO TRÉFIL

**Figura 14.**

*Resultados de Ensayo de Resistencia a la Flexión – Concreto con 3% de Adición de Fibra*



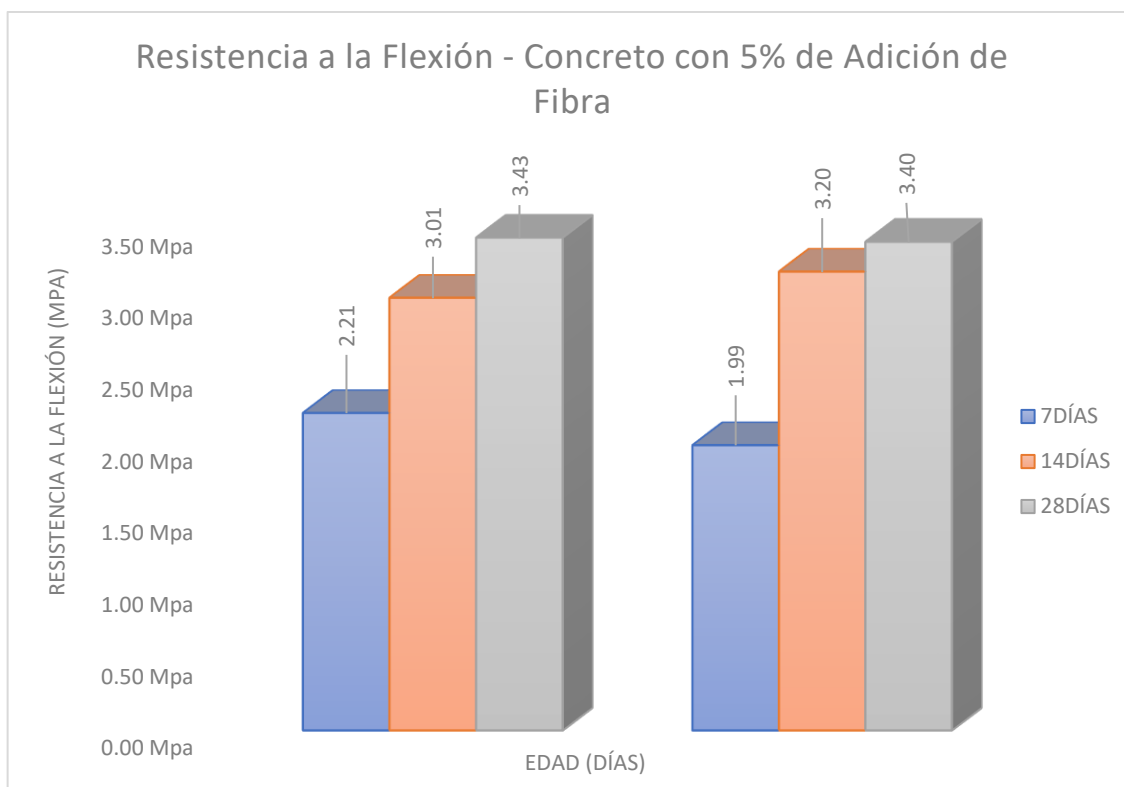
**Nota:** Elaboración Propia

Del gráfico mostrado anteriormente se puede observar qué, los resultados para los especímenes del concreto con adición del 3% de fibra de acero tréfil son 23.5% más resistentes que los alcanzados por la muestra patrón, a la edad de 28 días, siendo de 2.99Mpa, este resultado es el promedio de la rotura de vigas a los 28 días.

#### 4.1.2.b.3. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON 5% DE ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO TRÉFIL

**Figura 15.**

*Resultados de Ensayo de Resistencia a la Flexión – Concreto con 5% de Adición de Fibra*



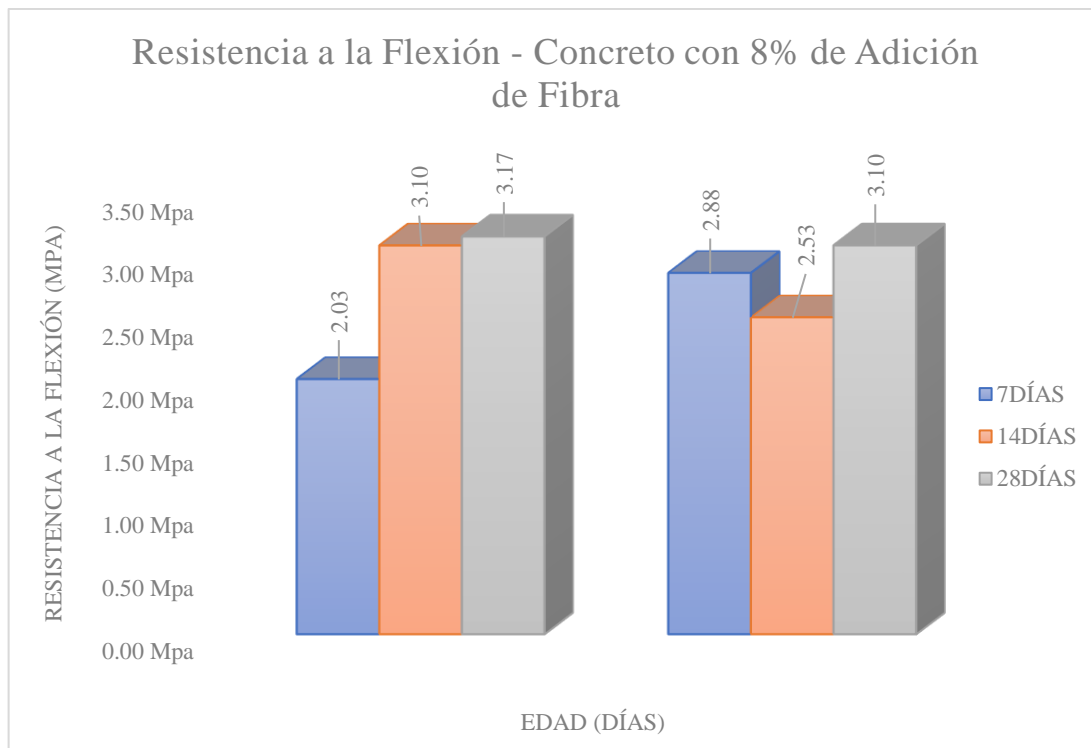
**Nota:** Elaboración Propia

Del gráfico mostrado anteriormente se puede observar qué, los resultados para las muestras del concreto con adición del 5% de fibra de acero tréfil son 41.3% más resistentes que los alcanzados por la muestra patrón, a la edad de 28 días, siendo de 3.42Mpa, este resultado es el promedio de la rotura de vigas a los 28 días.

#### 4.1.2.b.4. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON 8% DE ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO TRÉFIL

**Figura 16.**

*Resultados de Ensayo de Resistencia a la Flexión – Concreto con 8% de Adición de Fibra*



**Nota:** Elaboración Propia

Del gráfico mostrado anteriormente se puede observar qué, los resultados para las muestras del concreto con adición del 8% de fibra de acero tréfil son 29.3% más resistentes que los alcanzados por la muestra patrón, a la edad de 28 días, siendo de 3.13Mpa, este resultado es el promedio de la rotura de vigas a los 28 días.

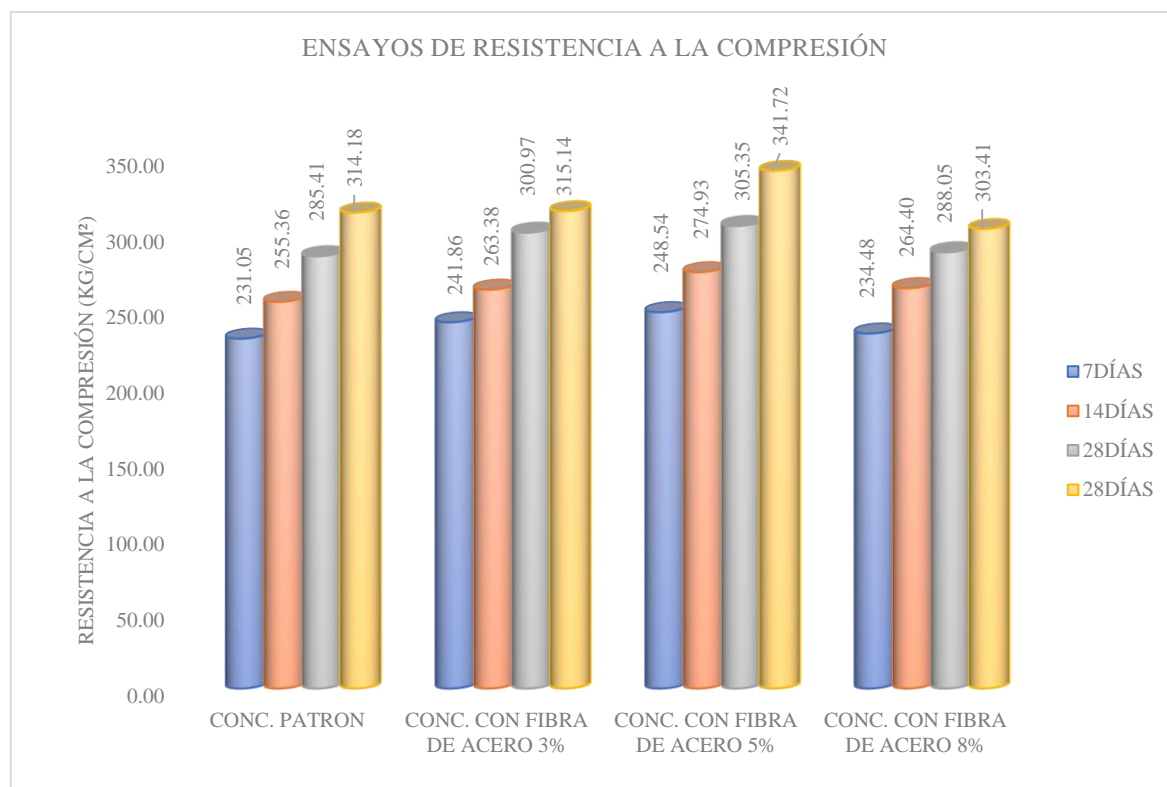
#### 4.1.3. ÓPTIMO PORCENTAJE DE FIBRA DE ACERO TRÉFIL

Se muestran todos los resultados promedios obtenidos de la rotura de especímenes ensayados a esfuerzos a la compresión, tanto para las probetas de concreto convencional (concreto patrón) como para las muestras con la adición de las fibras de acero tréfil.

Estos resultados alcanzados, representan un esfuerzo de compresión a la edad de 7, 14, 21 y 28 días, respectivamente.

**Figura 17.**

**Resultados de Ensayos de Resistencia a la Compresión**



**Nota:** Resultados de Laboratorio se adjuntan en el **Anexo 4**

De la gráfica, podemos observar que los resultados alcanzados por las muestras que tienen el 5% de fibra tréfil, alcanzan un incremento de esfuerzo a la compresión en comparación de las muestras que tienen 3% y 8% de fibra de acero tréfil, asimismo, tiene más resistencia que la muestra de concreto convencional, siendo este resultado, el que mayor resistencia obtuvo durante todo el proceso de elaboración y rotura de especímenes de concreto.

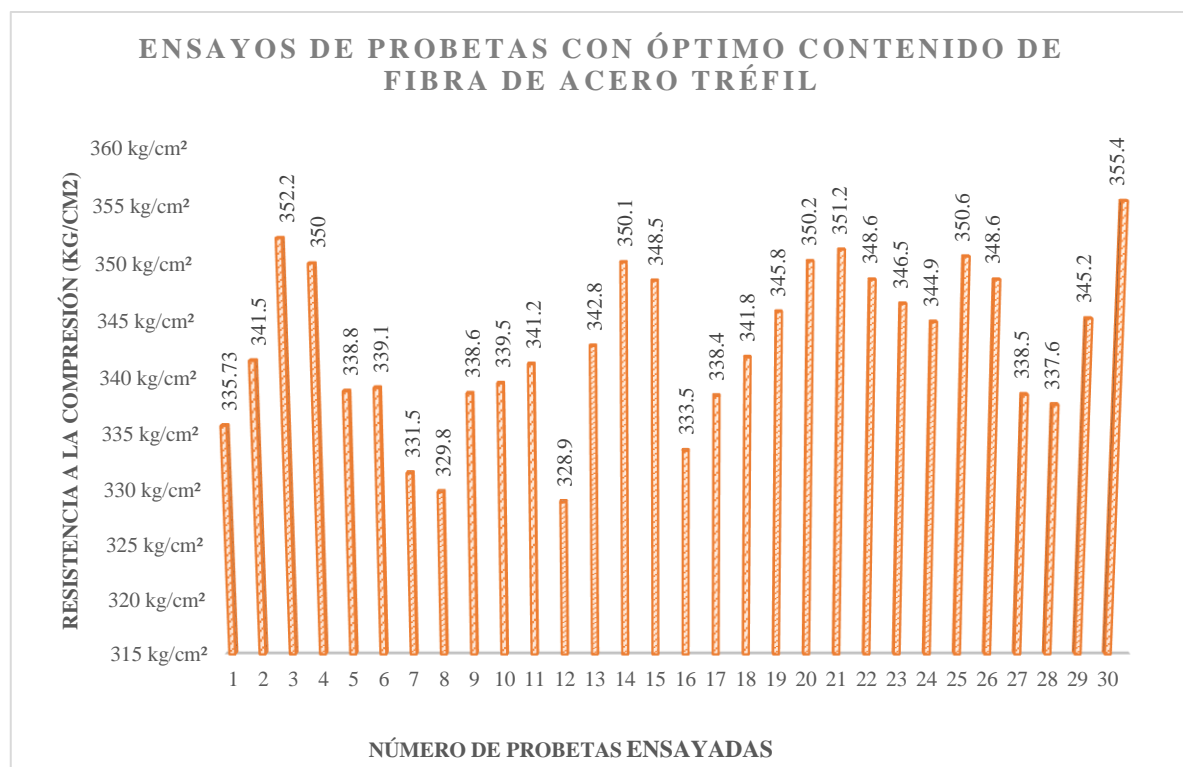
A continuación, mostramos datos de ensayos de resistencia a la compresión, elaborada y ensayada por nosotros, tomando como base la cantidad de fibra de acero tréfil que anteriormente nos dio los resultados de resistencia a la compresión más altos a los 28 días



de rotura. Con la cual podremos hallar la confiabilidad de nuestros resultados y establecer una desviación estándar.

**Figura 18.**

*Ensayos de Probetas con Optimo % de Fibra de Acero Tréfil*



**Nota:** Elaboración Propia

Del gráfico mostrado anteriormente encontramos que, el esfuerzo promedio para un concreto con adición de fibra tréfil es de 342.83kg/cm² y una desviación estándar de:

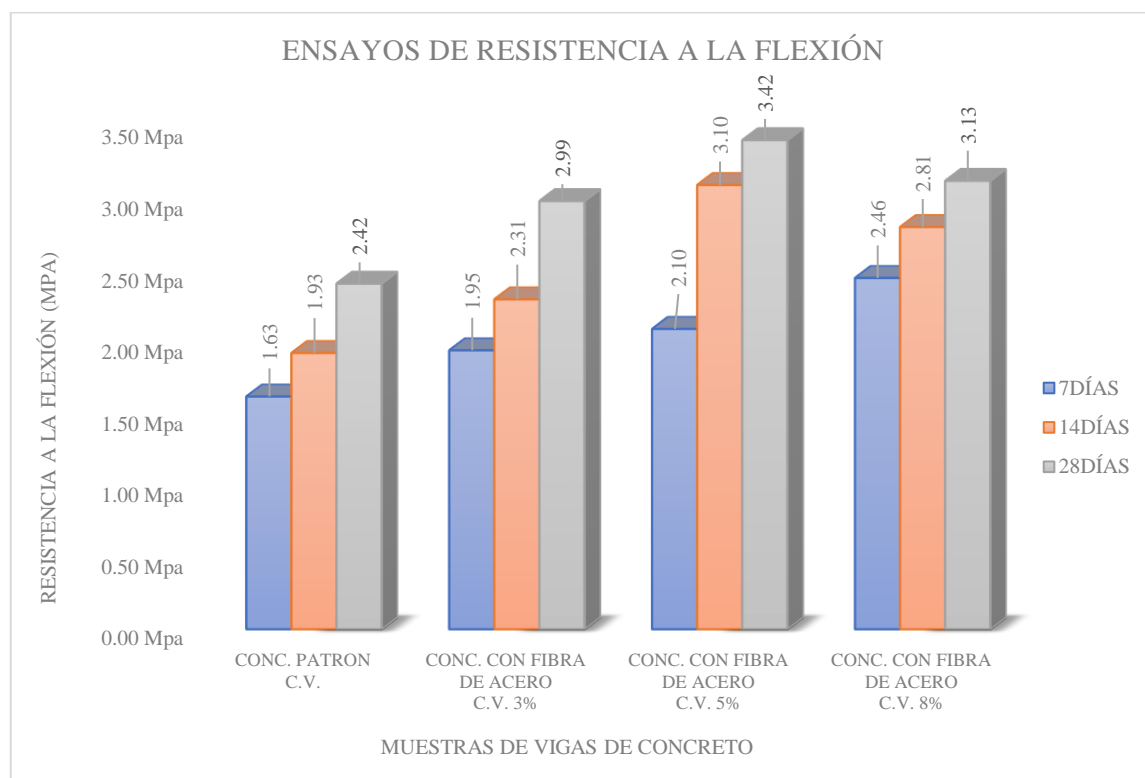
$$S = 7.011 \text{ kg/cm}^2$$

Lo cual significa que nuestros resultados no están dispersos. A continuación, se muestran todos los resultados promedios obtenidos de la rotura de ensayos de resistencia a la flexión, tanto para las muestras de concreto convencional (concreto patrón) como para las muestras con la adición de las fibras de acero tréfil.

Estos resultados alcanzados, representan su resistencia a la flexión a la edad de 7 días, 14 días y 28 días, respectivamente.

**Figura 19.**

*Resultados de Ensayos de Resistencia a la Flexión*



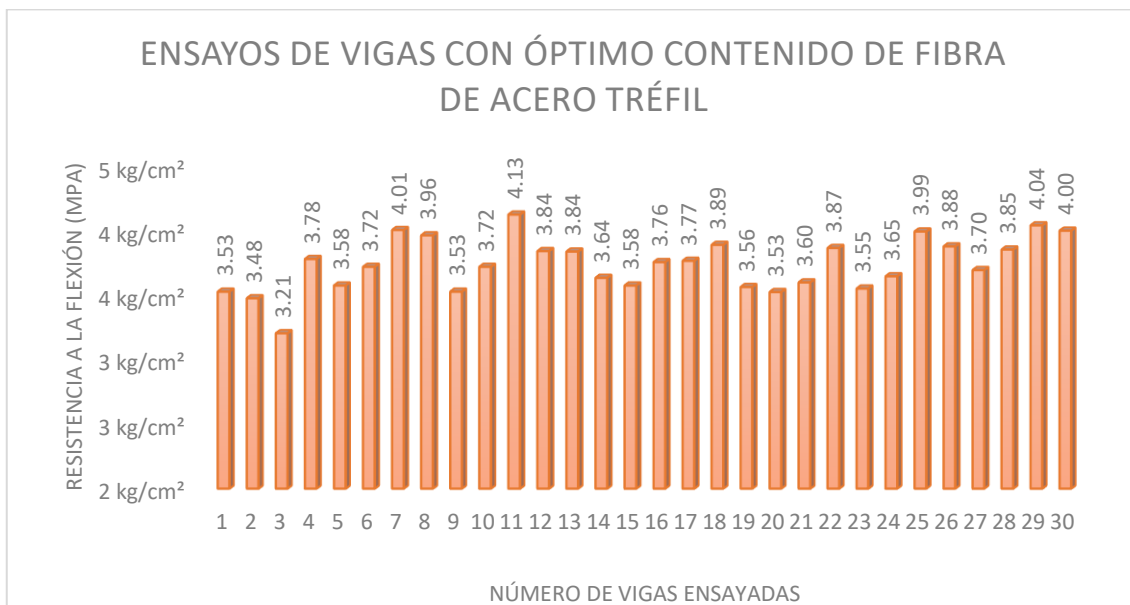
**Nota:** Resultados de Laboratorio se adjuntan en **Anexo 5**

De la gráfica, podemos observar que los resultados alcanzados por las muestras que tienen el 5% de fibra de acero tréfil, alcanzan un aumento de resistencia a la flexión en comparación de las muestras que tienen 3% y 8% de fibra de acero tréfil, asimismo, tiene más resistencia que la muestra de concreto convencional, siendo este resultado, el que mayor resistencia obtuvo durante todo el proceso de elaboración y rotura de especímenes de concreto.

A continuación, mostramos datos de ensayos de resistencia a la flexión, elaborada y ensayada por nosotros, tomando como base la cantidad de fibra de acero tréfil que anteriormente nos dio los resultados de resistencia a la flexión más altos a los 28 días de rotura. Con la cual podremos hallar la confiabilidad de nuestros resultados y establecer una desviación estándar.

**Figura 20.**

*Ensayos de Vigas con Óptimo Contenido de Fibra*



**Nota:** Elaboración Propia

Del gráfico mostrado anteriormente encontramos que, la resistencia a flexión promedio para un concreto con adición de fibra de acero tréfil es de 3.74 MPa y una desviación estándar de:

$$S = 0.17 \text{ Mpa.}$$

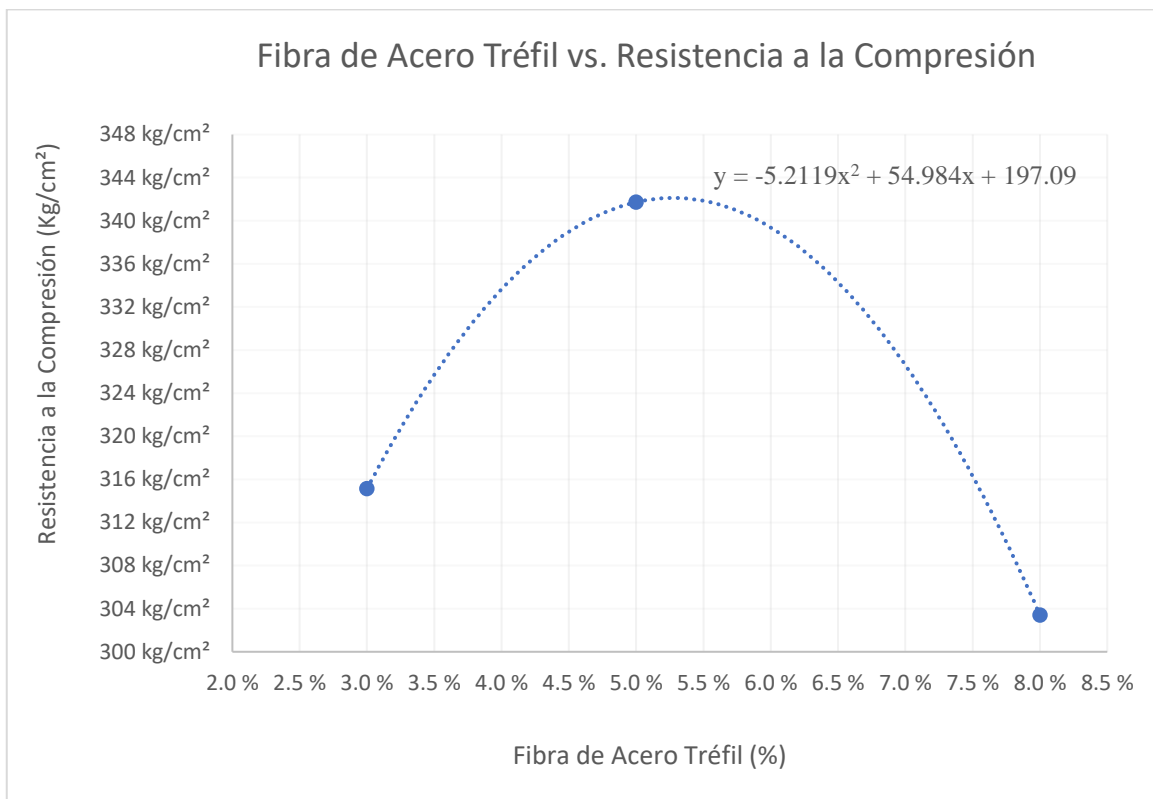
Lo cual significa que nuestros resultados no están dispersos.

#### 4.1.4. RELACIÓN MATEMÁTICA ENTRE FIBRA DE ACERO TREFIL Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN

- Se presentan los resultados de las muestras que tuvieron la adición de fibra de acero tréfil, para determinar una ecuación de regresión con la cual poder determinar la resistencia a alcanzar, según el porcentaje de fibra a emplear.

**Figura 21.**

*Resultados de Ensayos de Resistencia a la Compresión*



**Nota:** Elaboración Propia

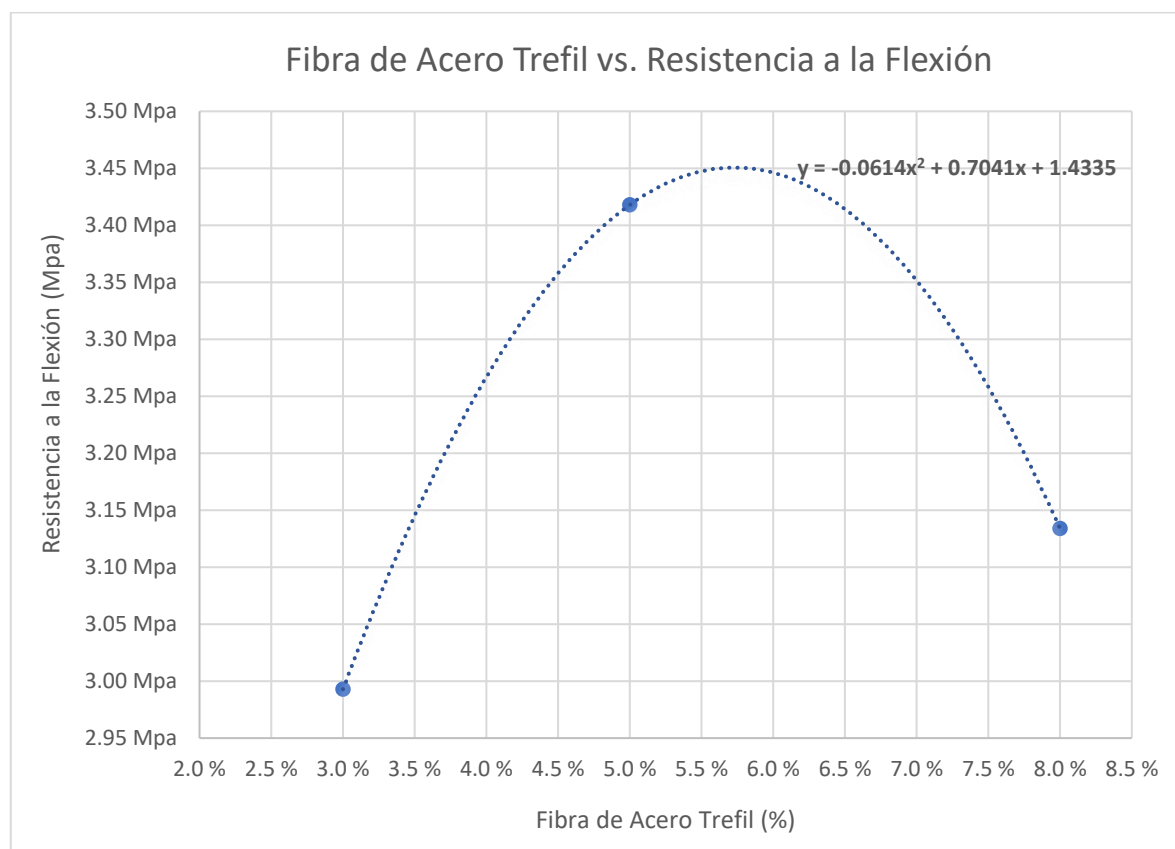
El gráfico mostrado anteriormente, se observa la ecuación de regresión, con la cual podemos calcular la resistencia a la compresión que se nos requiera en obra, para cada porcentaje de fibra de acero tréfil.

- A continuación, se muestran los resultados obtenidos únicamente de las muestras que tuvieron la adición de fibra de acero tréfil, para determinar una ecuación de regresión con la cual poder determinar la resistencia a alcanzar, según el porcentaje de fibra a emplear.



**Figura 22.**

*Resultados de Ensayos de Resistencia a la Flexión*



**Nota:** Elaboración Propia

Del gráfico mostrado anteriormente, se observa la ecuación de regresión, con la cual podemos calcular la resistencia a la flexión según se nos requiera en obra, para cada porcentaje de fibra de acero tréfil.

#### **4.1.5.COMPARACIÓN A NIVEL TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO CON CONCRETO CONVENCIONAL Y CON FIBRA DE ACERO**

A continuación, se presenta el estudio de tráfico para el cual se diseñó el pavimento, este cálculo se consideró para ambos pavimentos, ya que nuestra tesis se enfoca en analizar que influencias tiene la fibra metálica en el concreto, y posteriormente el dimensionado



del espesor de la losa de concreto para ambos casos. El diseño del pavimento está en el Anexo.

#### 4.1.5.a.COMPARACIÓN TÉCNICA DE PAVIMENTO CON Y SIN FIBRA

##### 4.1.5.a.1. ESTUDIO DE TRÁFICO

**Tabla 24.**

*Cálculo de carga por Ejes Equivalentes*

TIPO DE VEHICULO	IMDA	TIPO DE EJE	NUMERO	CARGA	EE	EE IMDA
		Tabla	LLANTAS	EJE Tn		
Vehículos Ligeros (VL)						
<b>Automóviles</b>	4	SIMPLE	2	1	0.000436385	0.00175
	4	SIMPLE	2	1	0.000436385	0.00175
<b>Camionetas</b>	12	SIMPLE	2	1	0.000436385	0.00524
	12	SIMPLE	2	1	0.000436385	0.00524
Total de VL					0.00174554	0.01396
Vehículos Pesados (VP)						
<b>Ómnibus 2 ejes</b>	0	SIMPLE	2	7	1.272834178	0
	0	SIMPLE	4	18	25.11773511	0
<b>Camión 2 ejes</b>	5	SIMPLE	2	7	1.272834178	6.36417
	5	SIMPLE	4	18	25.11773511	125.589
<b>Semitrayler ≥3s3</b>	9	SIMPLE	4	7	0.522715248	4.70444
	9	TANDEM	8	18	3.458004411	31.122
	9	TRIDEM	12	25	4.164931279	37.4844
<b>Total de VP</b>					60.93	205.26

**Nota:** El estudio de Tráfico se adjunta en el **Anexo 6**

Tasa Anual de Crecimiento de Vehículos Pesados:  $r = 1.49\%$

Tiempo de Vida Útil de pavimento (años):  $n=20$

Factor de Crecimiento acumulado:  $F_{ca}=23.10$

Factor Direccional:  $F_d=0.5$

Factor Carril:  $F_c=1$

**$N_{rep}$  de  $EE_{8.2ton} = 865,374.62$**



Por lo cual, finalmente obtuvimos que el volumen de tráfico alcanza un ESAL de **865,374.62**

#### 4.1.5.a.2. CÁLCULO DEL ESPESOR DE PAVIMENTO

**Tabla 25.**

*Parámetros de Diseño*

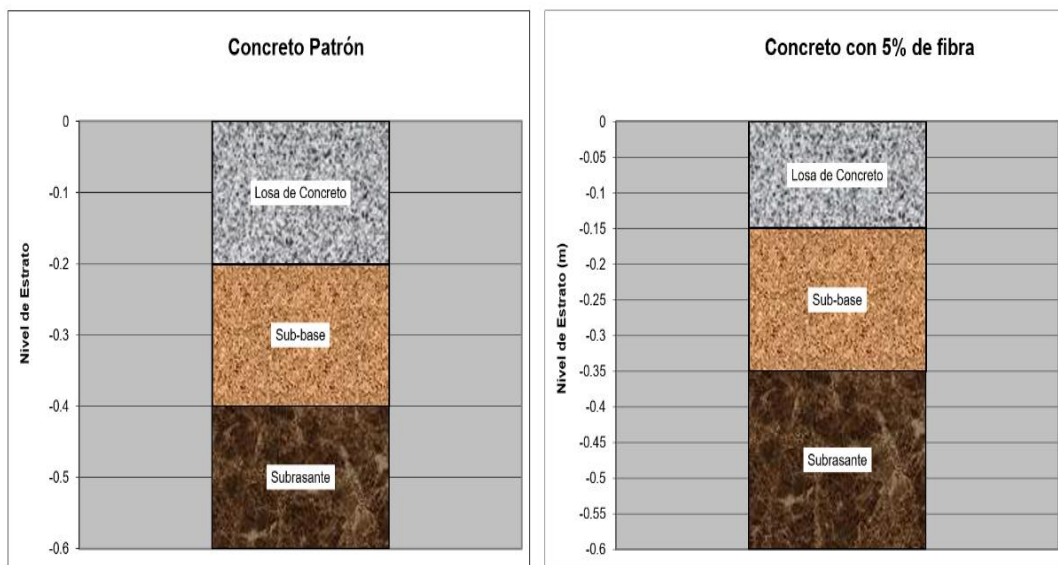
Parámetro		Concreto Patrón	Concreto con 5% de fibra
ESAL	W18	865,374.62	
Diferencial de Serviciabilidad	PSI	2.1	
Desviación Estándar Normal	ZR	-0.842	
Módulo de Reacción (MPa/m)	K	65.7	
Módulo de Elasticidad del concreto	Ec	26271.6	27443.32
Coefficiente de Drenaje (MPa)	Cd	1.1	
Coefficiente de Transmisión de Carga	J	2.8	
Desviación Estándar	So	0.35	
Índice de Serviciabilidad Final	Pt	2	
Módulo de Rotura (MPa)	Mr	2.42	3.79
Espesor de losa (mm)	D	<b>195.38</b>	<b>144.52</b>

**Nota:** El Diseño de Pavimento se adjunta en el **Anexo 7**

**Figura 23.**

*Esquema de Pavimento Rígido de Concreto Patrón y Concreto Con 5% de Adición de*

*Fibra de Acero Tréfil*



*Nota:* Elaboración Propia

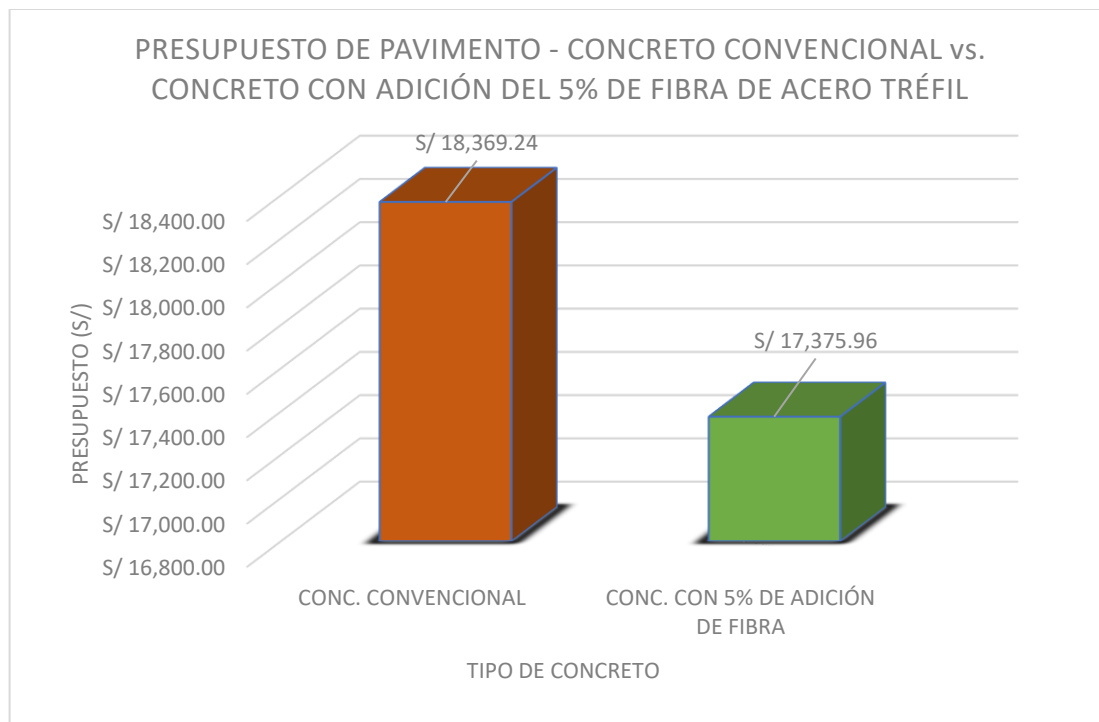
#### 4.1.5.b. COMPARACIÓN ECONÓMICA DE PAVIMENTO CON Y SIN FIBRA

A continuación, se presentan los presupuestos para un pavimento rígido de 64m<sup>2</sup>, el primero con un concreto convencional y el segundo presupuesto con un concreto con adición del 5% de fibra de acero tréfil, los espesores de la base para cada pavimento fueron dimensionados previamente en el modelo de pavimento, se consideraron las mismas solicitaciones para ambos presupuestos a fin de enfatizar los costos por la influencia de la fibra de acero tréfil.



**Figura 24.**

*Comparación de Presupuestos de Pavimento con Concreto Convencional y Concreto con adición del 5% de Fibra de Acero Trefil*



**Nota:** El presupuesto de los pavimentos se adjunta en el **Anexo 11**

Del gráfico se puede observar que el pavimento rígido con concreto convencional es más costoso que el pavimento con concreto incluido el 5% de fibra de acero tréfil, a pesar que este último cuenta con un aditivo, lo cual nos demuestra que la implementación de este aditivo reduce los costos de la construcción de un pavimento rígido con el 5% de fibra de acero tréfil.

Podemos afirmar qué, el pavimento con un concreto adicionando el 5% de fibra de acero tréfil es 5.4% más económico que un pavimento con concreto convencional.



#### 4.1.6. PRUEBA DE HIPÓTESIS

**Tabla 26.**

*Grupos de Análisis de Resistencia a la Compresión*

N°	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
	PATRON	3% Fibra Tréfil	5% Fibra Tréfil	8% Fibra Tréfil
1	295.79	313.78	335.12	296.24
2	310.33	314.86	336.08	304.73
3	336.42	316.78	353.96	309.26

**Nota:** El Análisis estadístico está en el **Anexo 17**

En la tabla anterior se muestran los resultados promedio de las resistencias a la compresión ensayadas a los 28 días, tanto del concreto convencional como del concreto con adición de fibra.

**Tabla 27.**

*Análisis de la Varianza para los grupos de Resistencia a la Compresión*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre muestras	2390.3108	3	796.77	5.47
Dentro de muestras	1164.8226	8	145.60	
Total	3555.1334	11		

**Nota:** El Análisis estadístico está en el **Anexo 17**

En la tabla anterior, se obtiene un **F=5.47** y habiendo calculado un **valor crítico= 4.066**, el cual es menor que el **F** calculado, entonces hay **diferencias entre los grupos**.



**Tabla 28.**

*Diferencia Poblacional entre los Grupos de Análisis de Resistencia a la Compresión*

<b>Diferencia Poblacional</b>	<b><math>\mu</math></b>	<b>Decisión</b>
PATRON vs 3% Fibra Tréfil	0.962	No significativo
PATRON vs 5% Fibra Tréfil	27.540	No significativo
PATRON vs 8% Fibra Tréfil	10.771	No significativo

**Nota:** El Análisis estadístico está en el **Anexo 17**

Finalmente, en lo descrito anteriormente, se evidencia que, se acepta la hipótesis nula (H0): **La adición de acero tréfil en 3%, 5% y 8% en el diseño de mezclas de concreto aplicado a pavimentos industriales no influye significativamente a la resistencia a la compresión.**

**Tabla 29.**

*Grupos de Análisis de Resistencia a la Flexión*

<b>N°</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>	<b>Grupo 4</b>
	<b>PATRON</b>	<b>3% Fibra Tréfil</b>	<b>5% Fibra Tréfil</b>	<b>8% Fibra Tréfil</b>
1	2.32	2.94	3.40	3.10
2	2.51	3.04	3.43	3.17

**Nota:** El Análisis estadístico está en el **Anexo 17**

En la tabla anterior se muestran los resultados promedio de las resistencias a la flexión ensayadas a los 28 días, tanto del concreto convencional como del concreto con adición de fibra.

**Tabla 30.**

*Análisis de Varianza para grupos de Resistencia a la Flexión*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>
Entre muestras	1.0654	3	0.36	53.27
Dentro de muestras	0.0267	4	0.0067	
Total	1.0920	7		

**Nota:** El Análisis estadístico está en el **Anexo 17**



En la tabla anterior, se obtiene un  $F=53.27$  y habiendo calculado un **valor crítico= 6.591**, el cual es menor que el **F** calculado, entonces hay **diferencias entre los grupos**.

**Tabla 31.**

*Diferencia Poblacional entre los Grupos de Análisis*

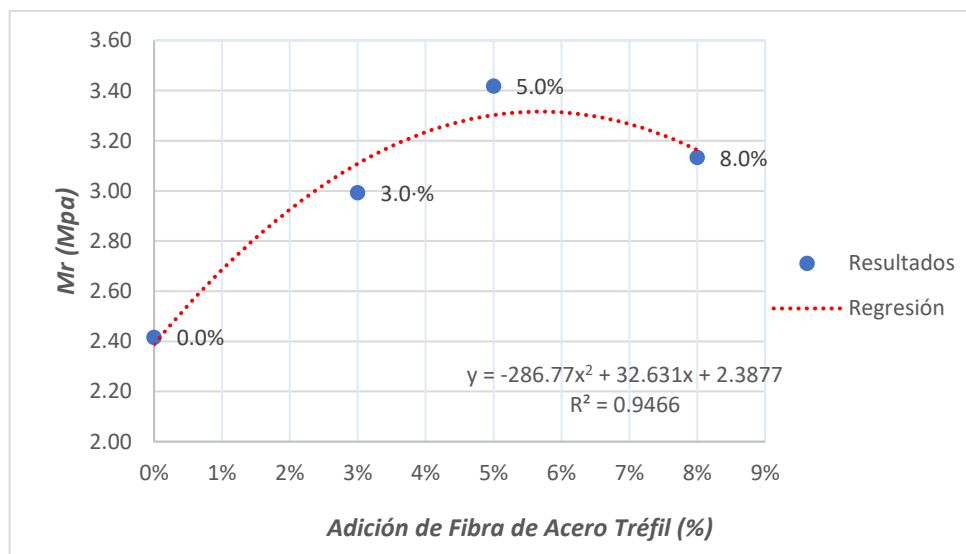
Diferencia Poblacional	$\mu$	Desición
PATRON vs 3% Fibra Tréfil	0.576	<b>Significativo</b>
PATRON vs 5% Fibra Tréfil	1.001	<b>Significativo</b>
PATRON vs 8% Fibra Tréfil	0.717	<b>Significativo</b>

**Nota:** El Análisis estadístico está en el **Anexo 17**

Finalmente, en la tabla anterior, se evidencia que, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ): **La adición de acero tréfil en 3%, 5% y 8% en el diseño de mezclas de concreto aplicado a pavimentos industriales no influye significativamente a la resistencia a la flexión.**

**Figura 25.**

*Medias de Resistencia a la Flexión*



**Nota:** El Análisis estadístico está en el **Anexo 17**

Del gráfico anterior se observa que, si bien existe una tendencia positiva, es decir, los valores de  $M_r$  aumentan, existe un grupo (Adición de Fibra del 8%) que genera una baja, por tanto, la línea de tendencia es polinómica.



Finalmente, la adición de fibra de acero tréfil del 5% en el diseño de mezclas de concreto aplicado a pavimentos industriales influye significativa y positivamente en la resistencia a la flexión.

## 4.2.DISCUSIONES

### 4.2.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS E HIPOTESIS

- Las fibras de acero tréfil influyen positivamente en las características del concreto para pisos industriales aplicadas a pavimentos rígidos.

Para el caso de la resistencia a la compresión se obtiene la siguiente diferencia poblacional.

Diferencia Poblacional	$\mu$	Decisión
PATRON vs 3% Fibra Tréfil	0.962	No significativo
PATRON vs 5% Fibra Tréfil	27.540	No significativo
PATRON vs 8% Fibra Tréfil	10.771	No significativo

**Nota:** El Análisis estadístico está en el **Anexo 17**

Con el cual se acepta la Hipótesis nula, de que la fibra de acero tréfil no influye significativamente a la resistencia a la compresión.

Para el caso de la resistencia a la flexión se obtiene la siguiente diferencia poblacional

Diferencia Poblacional	$\mu$	Desición
PATRON vs 3% Fibra Tréfil	0.576	<b>Significativo</b>
PATRON vs 5% Fibra Tréfil	1.001	<b>Significativo</b>
PATRON vs 8% Fibra Tréfil	0.717	<b>Significativo</b>

**Nota:** El Análisis estadístico está en el **Anexo 17**

Con el cual **se rechaza la hipótesis nula**, de que la adición de fibras de acero tréfil **si influyen significativamente en la resistencia a la flexión del concreto**.

Para el cual, seguidamente se calcula la media de la resistencia a la flexión, para determinar el porcentaje que más influye significativamente. Con el que se encuentra que el porcentaje que tiene **mayor influencia es el del 5% de fibra de acero tréfil**.



- De forma similar, Toribio & Ugaz (2021), en la contrastación de su hipótesis validan que las fibras de acero tienen influencia significativa en las propiedades del pavimento rígido, encontrando un incremento del 19.42%.

#### **4.2.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y ANTECEDENTES**

- Realizar el diseño de mezcla, se obtuvo una dosificación de C:A:P = 1:1.7:2.03 y 19.66 Lts de agua, para un concreto de resistencia del 280kg/cm<sup>2</sup>, un TMN de 3/4" y una relación agua cemento de 0.44, un Slump de 3" a 4", del cual logramos obtener las cantidades de fibra de acero tréfil. Según Rivva López (1992), afirma que el diseño de mezcla es un método por el cual cuantificar la cantidad de cemento, arena, piedra y agua, para alcanzar las características requeridas en obra para el concreto.
- Coronel, Juan (2023), exponen algunos requisitos para la elaboración del diseño de mezcla, donde resalta el TMN del agregado grueso, el módulo de fineza del agregado fino, el asentamiento de la mezcla, la relación agua cemento para finalmente obtener una dosificación que satisfaga las necesidades de obra. Este resultado concuerda con el procedimiento que realizamos para obtener nuestro diseño de mezcla, cumpliendo con todos los procedimientos y requisitos.
- Determinar la resistencia a la compresión, se obtuvo distintos resultados según los porcentajes de adición de fibra tréfil, sin embargo, tomamos como referencia el promedio de la resistencia ensayada a los 28 días alcanzada con adición de fibra, el cual fue de 342.83 kg/cm<sup>3</sup>, lo que representa un incremento del 9.12% con la incorporación de fibra trefilado respecto a la resistencia a la compresión alcanzada con un concreto convencional.
- De forma similar Quintero y Castro (2020), afirman que las adiciones de fibras metálicas mejoran la resistencia a la compresión del concreto, obteniendo un



incremento del 17% y 8% con adición del 15kg y 35kg por m<sup>2</sup>, resultados ensayados a los 28 días. Este resultado concuerda con lo que se halló en nuestra tesis, ya que alcanzamos un incremento en la resistencia a la compresión con la incorporación de la fibra de acero tréfil.

- Determinar la resistencia a la flexión, se obtuvo diversos resultados según el porcentaje de fibra incorporado, no obstante, tomamos como valor referencial el promedio de la resistencia obtenida a los 28 días alcanzada con la adición de fibra, dicha resistencia fue de 3.74Mpa, lo que representa un incremento de 54.55% con la incorporación de fibra de acero trefilado respecto a la resistencia a la flexión alcanzada con un concreto convencional.
- De igual manera Quintero y Castro (2020), afirman haber alcanzado resultados superiores en sus ensayos de resistencia a la flexión en un concreto con adición de fibra metálica respecto de un concreto convencional, siendo el incremento en la resistencia del 56.26% a los 28 días. Este resultado concuerda con lo encontrado en nuestra tesis, ya que obtuvimos un incremento en la resistencia a la flexión con la incorporación de la fibra de acero tréfil.
- Para el óptimo porcentaje de fibra de acero tréfil, encontramos que en un primer momento conforme aumentamos el porcentaje de fibra de acero, aumentaba las resistencias tanto de compresión como de flexión, sin embargo, cuando pasamos a usar de 5% a 8% de fibra de acero, nuestros resultados disminuyeron, obteniendo que el porcentaje óptimo de fibra es del 5%.
- Sin embargo, Quintero y Castro (2020), encontró que a medida que se aumenta la cantidad del porcentaje de fibra metálica, también aumenta las resistencias obtenidas en sus ensayos de laboratorio. Este resultado contradice a lo que



nosotros encontramos en nuestros ensayos de laboratorio, ya que mientras más aumentaba el porcentaje de fibra, disminuía los resultados de resistencia.

- De la comparación económica entre pavimento convencional y un pavimento con fibra de acero trefilado, según nuestros resultados, obtuvimos que el pavimento rígido con incorporación de la fibra de acero tréfil tiene un ahorro del 5.4% en comparación que el pavimento convencional.
- Sin embargo, Altamirano y Rivas (2022), encuentran que al agregar fibra de acero al pavimento se incrementa su valor en un aproximado del 50% más de su valor normal, mientras que al adicionar el vidrio molido el costo aumenta aproximadamente en un 10% respecto de su valor normal.





# **CAPITULO V**

## **CONCLUSIONES Y**

## **RECOMENDACIONES**



## 5.1.CONCLUSIONES

- Se determinó que la fibra de acero tréfil **si influye significativamente y de manera positiva a la resistencia a la flexión del concreto, con lo cual, se acepta la hipótesis.**
- Se determinó la influencia de la fibra de acero tréfil en las propiedades del concreto, obteniendo incrementos en cuanto a su resistencia a la compresión y a la flexión.
- Se realizó un diseño de mezcla con una resistencia de  $280 \text{ kg/cm}^2$ , los agregados provienen de la cantera, Piedra Lisa – Chero. De este diseño calculamos las cantidades de fibra de acero trefilado a emplear para los distintos porcentajes a incorporar. Para el molde de probeta: Con 3% se usó 82gramos de fibra de acero, con 5% se usó 136.6 gramos de fibra de acero y con 8% se usó 218.5gramos de fibra de acero. Del mismo modo, para el molde de viga se usaron las siguientes cantidades: 173.9 gramos, 289.9 gramos y 463.8gramos de fibra de acero tréfil, para 3%, 5% y 8% respectivamente.
- Se determinó la resistencia a la compresión para un concreto convencional, siendo de  $314.18 \text{ kg/cm}^2$  y su resistencia a la flexión de 2.42 MPa, cuando se incorporó la fibra de acero tréfil, obtuvimos para la resistencia a la compresión los siguientes resultados:  $315.14 \text{ kg/cm}^2$ ,  $341.72 \text{ kg/cm}^2$  y  $303.41 \text{ kg/cm}^2$  para 3%, 5% y 8% de fibra de acero tréfil respectivamente. Para los ensayos de resistencia a la flexión se obtuvo: 2.99 MPa, 3.42 MPa y 3.13 MPa para 3%, 5% y 8% de fibra de acero tréfil respectivamente.
- Se determinó el óptimo contenido de fibra de acero tréfil mediante un análisis comparativo de los resultados de las roturas de probetas y vigas para los porcentajes ensayados, obteniéndose un 5% de fibra de acero tréfil como óptimo.



- Se estableció una relación matemática mediante la ayuda de un programa de cálculo, Microsoft Excel y graficando una curva con nuestros resultados anteriormente calculados, dicha relación matemática es la siguiente:  
 $y = -5.2119x^2 + 54.984x + 197.09$  para la resistencia a la compresión. Para la resistencia a la flexión, la relación matemática es la siguiente:  
 $y = -0.0614x^2 + 0.704x + 1.4335$ . Donde la variable “x” representa a la cantidad de porcentaje de fibra de acero a emplear y el resultado de dicha ecuación, es la resistencia a obtener.
- Se comparó el diseño de un pavimento rígido con concreto convencional y uno con concreto con adición de fibra de acero tréfil, encontrándose que el espesor de la losa de concreto convencional es de 20cm y con fibra es de 15cm. A nivel económico se realizó la comparación entre ambos presupuestos, referenciales, para una misma área y mismas condiciones de suelo, encontrándose que el pavimento rígido con adición de fibra de acero tréfil es S/ 17,375.96 y de un pavimento rígido con concreto convencional es de S/ 18,369.24, lo cual representa a que el pavimento con fibra es 5.4% más económico que el pavimento con concreto convencional.

## 5.2.RECOMENDACIONES

- A las plantas industriales del sector Pesquero del distrito de Coishco, solicitar los respectivos diseños de pavimento según la utilidad que le van a dar a la losa de concreto, respetar las distancias entre juntas de contracción y de dilatación. También recomendar la implementación de aditivos, ya que en plantas industriales muchas veces los pavimentos no pueden dejar de estar operativos por un largo periodo, habiendo que reducir tiempos de curado, reducir tiempos de procesos constructivos y, sobre todo, proteger la estructura del pavimento.



- A las empresas que construyen losas industriales en empresas pesqueras, realizar los ensayos de calidad oportunamente, brindar los procedimientos de trabajo y cuidar el acabado de la superficie final del pavimento, ya que estos pisos en general, necesitan de una superficie pulida porque están expuestos a un constante proceso de lavado y desinfección, lo cual exige un óptimo drenaje hacia las canaletas.
- Por último, se sugiere la implementación de la fibra de acero tréfil en la construcción de los pavimentos rígidos, ya que vimos el importante incremento en las resistencias de compresión y, sobre todo, la resistencia a flexión, ya que estas losas industriales están sometidas a grandes solicitaciones de carga. Este aditivo de fibra metálica también ayuda a reducir las rajaduras por contracción en la etapa inicial de fraguado, dando más tiempo para el proceso de curado y garantizando la calidad del acabado final del pavimento.



# **CAPITULO VI: BIBLIOGRAFÍA**



## 6.1.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arce, J. & Moisés, A. (2020). Pavimentos rígidos reforzados con fibra de acero vs pavimentos rígidos sin fibra de acero.

Aureliano, I. (2018). Influencia de acero trefilado y plastificante en el mejoramiento de flexión y compresión del concreto usado para pavimentos rígidos, Trujillo, 2018.

Abanto, T. (2017). Tecnología del concreto. (Tercera edición). Lima: San Marcos.

Becerra, M. (2012). Tópicos de Pavimentos de concreto: Diseño, Construcción y Supervisión.

Coronel, J. (2023). Influencia de las fibras de acero trefilado de alta calidad en las propiedades del concreto permeable para pavimentos rígidos.

Chahua, J. & Huayta, P. (2018). Fibra sintética estructural para la optimización del diseño de un pavimento rígido en la nueva planta farmagro – Huachipa – Lima.

Espinoza, H. & Espinoza, O (2021). Propuesta de un pavimento rígido ultra delgado con fibras de polipropileno y fibras metálicas en Quillo – Ancash.

Chapoñan, J. & Quispe, J. (2017). Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H. Villamaría – Nuevo Chimbote.

Cando, L. (2016). Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado.

Cárdenas, J. (2014). Fibras de acero para reforzar concreto. Construcción metálica.



Condori, E. & Palomares, V. (2018). Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas para pavimentos rígidos en Lima, 2018.

Cortés, J. (2022). Durabilidad del concreto reforzado. Bogotá, D.C. Colombia.

De la Cruz, W. & Quispe W. (2014). “Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de Huamanga – Ayacucho”. Huancavelica, Perú.

Díaz, J. (2018). Diseño de concreto  $f'c$  140, 175 y 210 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando fibra de acero, utilizando agregado de la cantera Naranjillo, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, región San Martín.

Esquivel, D. & Ticliahuanca, M. (2019). Resistencia y agrietamiento por contracción del concreto para pavimentos rígidos con incorporación de fibras PET.

Effio, M. & Quiñones, I. (2021). Propuesta de sistema constructivo de losas industriales sin juntas de contracción, reforzadas con fibras metálicas y aditivo, minimizando su retracción y cambio volumétrico, en Lima.

García, A. (2013). Introducción a Pavimentos.

Montalvo M. (2015). Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales.

MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). Manual de carreteras: Suelos, Geología Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos.

MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de Ensayo de Materiales. Perú



Ortiz, L. (2015). Determinación de la influencia de la fibra de acero en el esfuerzo a la flexión del concreto para un  $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ .

Ouedraogo, I. & Zapata, J. (2014). Características físicas y mecánicas de hormigones reforzados con fibra de vidrio e influencia del porcentaje de fibra adicionado

Pasquel, E. (1998). Tópicos de tecnología del concreto en el Perú.

Polo, J. & Risco, J. (2018). Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Trujillo.

Quintero, Y. & Castro, H. (2020). Influencia de las fibras metálicas, naturales (Bagazo de caña de azúcar), sintéticas y de vidrio en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto.

Robles, R. & Sánchez, J. (2015). Evaluación de pavimentos rígidos mediante la determinación de correlaciones entre el módulo de rotura a la flexión y la resistencia a la compresión para el Centro Poblado San Cristóbal de Chupán – Huaraz.

Rivera, M. & Sosa, J. (2010). Mejoramiento en las propiedades físico, mecánicas y de durabilidad de un pavimento rígido, con la adición de fibras sintéticas estructurales.

Rivva, E. (1992). Diseño de Mezclas.

Rondón, H & Reyes, F. (2015). Pavimentos: materiales, construcción y diseño.

Sotil, A. & Zegarra, J. (2015). Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido.





Salazar, A. (2015). Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos, 2da Edición. México.

Toribio, D. & Ugaz, J. (2021). Evaluación del concreto reforzado con fibras de acero recicladas para mejorar las propiedades de un pavimento rígido.



# **CAPITULO VII**

## **ANEXOS**



# **ANEXO 1**

## **PANEL FOTOGRÁFICO**



Foto N° 01: Pesaje de muestras para cálculo de contenido de humedad.



Foto N° 02 y 03: Tamizado de agregado grueso para determinar el tamaño máximo nominal de la piedra.



Foto N° 04: Tamizado de Agregado Fino para determinar su modulo de fineza.



Foto N° 05: Se llena el recipiente para calcular el peso seco suelto de la piedra.



Foto N° 06: Pesaje de muestra de  
piedra en recipiente para calcular  
peso seco suelto

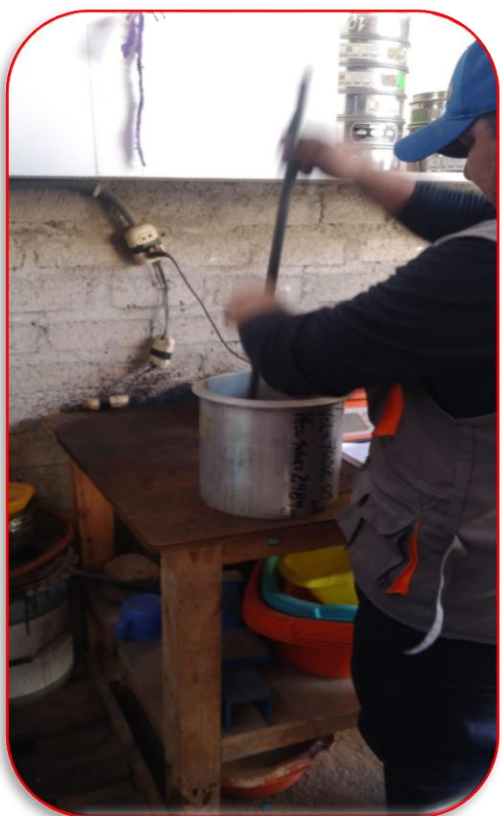


Foto N° 07: Varillado en 3 capas  
para calcular peso seco varillado  
de piedra.





Foto N° 08: Rotura de probeta de concreto patrón para calcular su resistencia a la compresión.

Foto N° 09: Rotura de probeta de concreto con fibra de acero tréfil a la edad de 21 días, para calcular su resistencia a la compresión.





Foto N° 10: Elaboración de vigas de concreto, llenado en capas y chuceado con varilla lisa de 5/8" para su rotura a la flexión.



Foto N° 11 y 12: Desencofrado y rotulación de vigas de concreto para posteriormente curarlos en la patera de la UNS.





Foto N° 13, 14, 15 y 16: Rotura de vigas de concreto con 2 apoyos en los extremos y una carga aplicada en el centro para determinar su resistencia a la flexión.





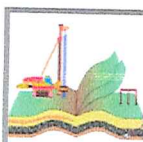
Foto N° 17, 18 y 19: Recolección de información: Conteo de vehículos para determinación del ESAL.





# **ANEXO 2**

## **PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS**



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 83 de octubre Jr. Tangey Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilco822@hotmail.com



**OBRA** : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DE CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RÍGIDO - COISHCO - 2022  
**UBICACION** : DISTRITO COISHCO - PROV. DEL SANTA - DEP. DE ANCASH  
**SOLICITA** : BACH. ANTHONY JUNIOR DIOSES GRANADOS - BACH. DENNIS ANTHONY IPARRAGUIRRE LOPEZ  
**FECHA** : 06 DE FEBRERO DEL 2023

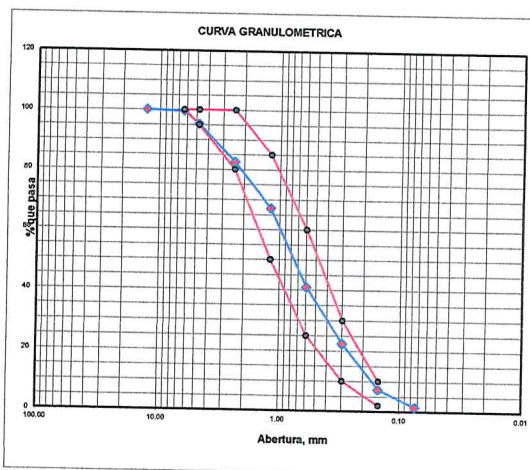
**MUESTRA** : ARENA GRUESA **CANTERA** : "PIEDRA LIZA - CHERO"

## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	1640.000
Peso Lavado y Seco, [gr]	1616.0

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa	Limites Permisibles	
				[Min]	[Max]
1"	25.400	-	-	-	-
3/4"	19.050	-	-	-	-
1/2"	12.700	0.000	100.00	-	-
1/4"	6.300	7.260	99.56	100.00	100.00
Nº 4	4.760	70.930	95.23	95.00	100.00
Nº 8	2.380	208.900	82.49	80.00	100.00
Nº 16	1.190	251.560	67.16	50.00	85.00
Nº 30	0.595	431.090	40.87	25.00	60.00
Nº 50	0.297	303.460	22.37	10.00	30.00
Nº 100	0.149	247.670	7.26	2.00	10.00
Nº 200	0.074	95.130	1.46	-	-
< Nº 200		24.000	0.00		

Módulo de Fineza	2.820	
Tamaño Máximo (mm)	Nº 04	4.76



## 2. ENSAYO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO (NORMA ASTM C - 29 / NTP 400.017)

### PESO UNITARIO SUELTO

Procedimiento	Muestra		
	01	02	03
1. Peso de la Muestra Suelta + Molde [Kg]	12.860	12.910	12.860
2. Peso del Molde (Kg)	2.480	2.480	2.480
3. Peso de la Muestra Suelta (Kg)	10.380	10.430	10.380
4. Volumen del Molde (m3)	0.00705	0.00705	0.00705
5. Peso Aparente Suelto (Kg/ m3)	1471.92	1479.01	1471.92
6. Peso Aparente Suelto Promedio (Kg/ m3)	1474.29		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Procedimiento	Muestra		
	01	02	03
1. Peso de la Muestra Compactada + Molde [Kg]	14.300	14.290	14.310
2. Peso del Molde (Kg)	2.480	2.480	2.480
3. Peso de la Muestra Compactada (Kg)	11.820	11.810	11.830
4. Volumen del Molde (m3)	0.00705	0.00705	0.00705
5. Peso Aparente Compactado (Kg/cm3)	1676.12	1674.70	1677.54
6. Peso Aparente Compactado Promedio (Kg/cm3)	1676.12		



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
 Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

**OBRA** : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DE CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RÍGIDO - COISHCO - 2022  
**UBICACION** : DISTRITO COISHCO - PROV. DEL SANTA - DEP. DE ANCASH  
**SOLICITA** : BACH. ANTHONY JUNIOR DIOSES GRANADOS - BACH. DENNIS ANTHONY IPARRAGUIRRE LOPEZ  
**FECHA** : 06 DE FEBRERO DEL 2023  
**CANTERA** : "PIEDRA LIZA - CHERO"  
**MUESTRA** : ARENA GRUESA

**3. GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (ASTM C - 128 / NTP - 400.022)**

Procedimiento	Muestra	Muestra	promedio
	01		
1. Peso de la fiola + Agua (gr)	1420.00	1420.00	-
2. Peso de la fiola + Agua + Muestra (gr)	1735.00	1735.00	-
3. Peso de la material superficialmente seca (gr)	500.00	500.00	-
4. Peso del material seco en el horno (gr)	494.48	494.06	-
5. Peso Especifico Aparente	2.67	2.67	2.67
6. Peso Especifico Nominal	2.76	2.76	2.76
7. Porcentaje de Absorción (%)	1.12%	1.20%	1.16

**4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)**

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara [gr]	15.25	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo [gr]	189.17	
3. Peso Tara + Suelo Seco [gr]	188.39	
4. Peso Agua [gr]	0.78	
5. Peso Suelo Seco [gr]	173.14	
6. Contenido de Humedad (%)	0.451%	
7. Contenido de Humedad Promedio [%]		

CLASIFICACION	TIPO
Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A-2-4 (0)



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
 CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



OBRA : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DE CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022  
 UBICACION : DISTRITO COISHCO - PROV. DEL SANTA - DEP. DE ANCASH  
 SOLICITA : BACH. ANTHONY JUNIOR DIOS GRANADOS - BACH. DENNIS ANTHONY IPARRAGUIRRE LOPEZ  
 FECHA : 06 DE FEBRERO DEL 2023

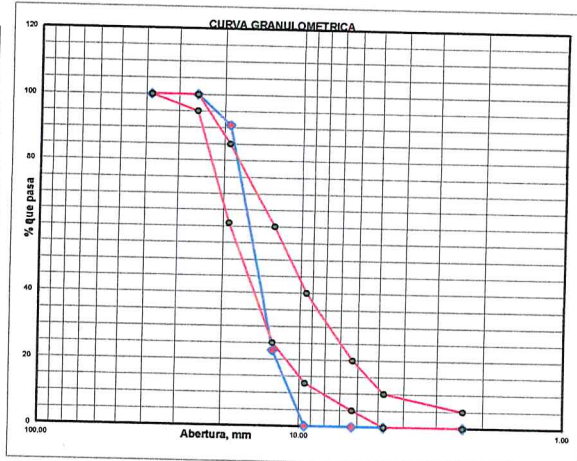
MUESTRA : PIEDRA CHANCADA CANTERA : "PIEDRA LIZA - CHERO"

#### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	4410.0
Peso Lavado y Seco, [gr]	0.0

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa	Límites Permisibles	
				[Min]	[Max]
1 1/2"	38.100	0.000	100.00	100	100
1"	25.400	0.000	100.00	95	100
3/4"	19.050	405.980	90.79	61	85
1/2"	12.700	3000.770	22.75	25	60
3/8"	9.510	999.390	0.09	13	40
1/4"	6.300	3.860	0.00	5	20
Nº 4	4.760	0.000	0.00	0	10
< Nº 4	2.380	0.000	0.00	0	5

Módulo de Fineza	-
Tamaño Máximo (mm)	3/4"



#### 2. ENSAYO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C - 29 / NTP 400.017)

##### PESO UNITARIO SUELTO

Procedimiento	Muestra		
	01	02	03
1. Peso de la Muestra Suelta + Molde [Kg]	12.815	12.820	12.850
2. Peso del Molde (Kg)	2.480	2.480	2.480
3. Peso de la Muestra Suelta (Kg)	10.335	10.340	10.370
4. Volumen del Molde (m3)	0.00705	0.00705	0.00705
5. Peso Aparente Suelto (Kg/ m3)	1465.54	1466.25	1470.50
6. Peso Aparente Suelto Promedio (Kg/ m3)	1467.43		

##### PESO UNITARIO COMPACTADO

Procedimiento	Muestra		
	01	02	03
1. Peso de la Muestra Compactada + Molde [Kg]	13.955	13.990	13.920
2. Peso del Molde (Kg)	10.145	10.145	10.145
3. Peso de la Muestra Compactada (Kg)	3.810	3.845	3.775
4. Volumen del Molde (m3)	0.00218	0.00218	0.00218
5. Peso Aparente Compactado (Kg/cm3)	1746.10	1762.14	1730.06
6. Peso Aparente Compactado Promedio (Kg/cm3)	1746.10		



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
 CIP. 198373 - CONSULTOR C - 127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



OBRA : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DE CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RÍGIDO - COISHCO - 2022  
 UBICACION : DISTRITO COISHCO - PROV. DEL SANTA - DEP. DE ANCASH  
 SOLICITA : BACH. ANTHONY JUNIOR DIOSES GRANADOS - BACH. DENNIS ANTHONY IPARRAGUIRRE LOPEZ  
 FECHA : 06 DE FEBRERO DEL 2023  
 MUESTRA : PIEDRA CHANCADA CANTERA : "PIEDRA LIZA - CHERO"

### 3. GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (ASTM C - 128 / NTP - 400.022)

Procedimiento	Muestra		promedio
	01	01	
1. Peso de la cesta en agua (gr)	0.00	0.00	-
2. Peso de la cesta en agua + Muestra (gr)	645.10	644.20	-
3. Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (gr)	1000.00	1000.00	-
4. Peso de la muestra secada en el horno (gr)	994.05	993.30	-
6. Peso Especifico Bulk (base seca)	2.80	2.79	2.80
7. Peso Especifico Bulk (base saturada)	2.82	2.81	2.82
8. Porcentaje de Absorción (%)	0.599%	0.675%	0.64%

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara [gr]	8.36	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo [gr]	227.79	
3. Peso Tara + Suelo Seco [gr]	227.33	
4. Peso Agua [gr]	0.46	
5. Peso Suelo Seco [gr]	218.97	
6. Contenido de Humedad (%)	0.210%	

CLASIFICACION	TIPO
Clasif. SUCS	GP
Clasif. AASHTO	A1-a (0)



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
 CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# **ANEXO 3**

## **DISEÑO DE MEZCLA**



**OBRA :** INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DE CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RÍGIDO - COISHCO - 2022  
**UBICACION :** DISTRITO COISHCO - PROV. DEL SANTA - DEP. DE ANCASH  
**SOLICITA :** BACH. ANTHONY JUNIOR DIOSES GRANADOS - BACH. DENNIS ANTHONY IPARRAGUIRRE LOPEZ  
**FECHA :** 06 DE FEBRERO DEL 2023

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO 280 KG/CM<sup>2</sup>

### METODO DE DISEÑO 211 ACI

#### I. ESPECIFICACIONES:

La resistencia de diseño a los 28 días es de :  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ,  
 se desconoce el valor de la desviación estándar

#### 1.2 Materiales:

##### 1.2.1 Cemento:

- Cemento Portland Tipo MS
- Peso Específico 3.15 gr/cm<sup>3</sup>

##### 1.2.2 Agregado Fino: "PIEDRA LIZA - CHERO"

- Arena Gruesa
- Peso Específico 2.67 gr/cm<sup>3</sup>
- Absorción 1.16 %
- Contenido de Humedad 0.17 %
- Módulo de Fineza 2.82
- Peso Suelto Seco 1474.29 Kg/m<sup>3</sup>
- Peso seco varillado 1676.12 Kg/m<sup>3</sup>

##### 1.2.3 Agregado Grueso: "PIEDRA LIZA - CHERO"

- Piedra Chancada
- Tamaño máximo nominal 3/4"
- Peso seco varillado 1746.10 Kg/m<sup>3</sup>
- Peso Específico 2.80 gr/cm<sup>3</sup>
- Absorción 0.64 %
- Contenido de Humedad 0.21 %
- Peso Suelto Seco 1467.43 Kg/m<sup>3</sup>

##### 1.2.4 Agua

Potable de la zona

#### II. SECUENCIA DE DISEÑO

##### 2.1 Selección de la Resistencia Promedio de Diseño ( $f'_{cr}$ ) norma ININVI

se tiene :

$$f_{cr} = f_c + 84 \quad 364 \text{ Kg/cm}^2$$

F'c	F'cr
< 210 kg/cm <sup>2</sup>	+ 70 kg/cm <sup>2</sup>
210 - 350 kg/cm <sup>2</sup>	+ 84 kg/cm <sup>2</sup>
> 350 kg/cm <sup>2</sup>	+ 96 kg/cm <sup>2</sup>



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
 CIP. 195372 - CONSULTOR C - 127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilzo822@hotmail.com



## 2.2 Selección del Tamaño Máximo Nominal:

El tamaño máximo nominal es: 3/4"

El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a ninguna de

(a) 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.

(b) 1/3 de la altura de la losa, de ser el caso.

(c) 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo

## 2.3 Selección del Asentamiento:

Por condiciones de colocación se requiere de una mezcla plástica, con un asentamiento de 3" a 4"

## 2.4 Volumen Unitario de Agua:

Para una mezcla de concreto de 3" a 4" de asentamiento, sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de: 3/4"

El volumen unitario de agua es: 205 lt/m<sup>3</sup>

## 2.5 Contenido de Aire

Aire atrapado 2.00 %

## 2.6 Relación Agua - Cemento

Para una resistencia de diseño: 364 Kg/cm<sup>2</sup> sin aire incorporado

Relación Agua - Cemento es: 0.44 por resistencia

## 2.7 Factor Cemento:

Contenido de cemento: 468.46 Kg/m<sup>3</sup>  
11.02 bls/m<sup>3</sup>

## 2.8 Contenido de Agregado Grueso:

Para un módulo de fineza = 2.820  
Tamaño máximo nominal = 3/4"  
Volumen Unitario Ag. Grueso = 0.5329 m<sup>3</sup>  
Peso Ag. Grueso 930.57

## 2.9 Cálculo de Volúmenes Absolutos:

Cemento: 0.149 m<sup>3</sup>  
Agua: 0.205 m<sup>3</sup>  
Aire atrapado 0.02 m<sup>3</sup>  
Agregado Grueso 0.333 m<sup>3</sup>  
Total = 0.707 m<sup>3</sup>

## 2.10 Contenido de Agregado Fino:

Vol. Absoluto Ag. Fino: 0.293 m<sup>3</sup>  
Peso Ag. Fino seco: 784.15 Kg/m<sup>3</sup>

## 2.11 Valores de diseño:

Cemento: 468.46 Kg/m<sup>3</sup>  
Agua de diseño: 205 lt/m<sup>3</sup>  
Agregado Fino seco: 784.15 Kg/m<sup>3</sup>  
Agregado Grueso seco: 930.57 Kg/m<sup>3</sup>



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIE 123373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

## 2.12 Corrección por Humedad del Agregado:

Agregado fino:	785.48 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso:	932.53 Kg/m <sup>3</sup>
Humedad Superficial de:	
Agregado fino:	-0.9893 %
Agregado grueso:	-0.4300 %

### Aportes de Humedad de los Agregados:

Agregado fino:	-7.76 lt/m <sup>3</sup>
Agregado grueso:	-4.00 lt/m <sup>3</sup>
Total =	-11.76 lt/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva:	216.76 lt/m <sup>3</sup>

### Los pesos de los materiales ya corregidos serán:

Cemento:	468.46 Kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva:	216.76 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino:	785.48 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso:	932.53 Kg/m <sup>3</sup>
	2403.23

## 2.13 Proporción en Peso:

1	1.68	1.99	0.46
---	------	------	------

## 2.14 Pesos por Tandas de un Saco:

Cemento:	42.5 Kg/saco
Agua Efectiva:	19.66 lt/saco
Agregado Fino Humedo:	71.26 Kg/saco
Agregado Grueso Humedo:	84.60 Kg/saco

## 2.15 Peso por pie cúbico del:

Agregado Fino Humedo:	18.78 Kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Humedo:	22.39 Kg/pie <sup>3</sup>

## 2.16 Dosificación en Volumen:

Cemento:	1.00 pie <sup>3</sup>
Agregado Fino Humedo:	1.70 pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Humedo:	2.03 pie <sup>3</sup>

### Dosificación:

1	1.70	2.03	19.66 Its
---	------	------	-----------

### NOTA:

SE REALIZÓ UNA MEZCLA DE PRUEBA A FIN DE VERIFICAR LAS CARACTERISTICAS DEL PRESENTE DISEÑO, PARA EFECTUAR POSIBLES CORRECCIONES EN OBRA

LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# **ANEXO 4**

## **RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

TESIS

"INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

UBICACION :

DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS

Dioses Granados Anthony Junior

Iparraguirre López Dennis Anthony

FECHA :

JUNIO DEL 2023

## ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	CONC. PATRON C.P.-01	31/05/2023	07/06/2023	7	40350.00	176.71	228.33	280	82%	231.05	83%
2	CONC. PATRON C.P.-02	31/05/2023	07/06/2023	7	40250.00	176.71	227.77	280	81%		
3	CONC. PATRON C.P.-03	31/05/2023	07/06/2023	7	41890.00	176.71	237.05	280	85%		

Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe se de la siguiente manera:

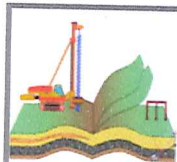
Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

TESIS : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
TESISTAS : Dioses Granados Anthony Junior  
FECHA : Iparraguirre López Dennis Anthony  
JUNIO DEL 2023

## ENSAYO DE COMPRESION

Nº Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.3%-01	14/06/2023	21/06/2023	7	41900.00	176.71	237.11	280	85%	241.86	86%
2	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.3%-02	14/06/2023	21/06/2023	7	45800.00	176.71	259.17	280	93%		
3	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.3%-03	14/06/2023	21/06/2023	7	40520.00	176.71	229.30	280	82%		

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

### OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 495373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



**TESIS** "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

**UBICACION :** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**TESISTAS** Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony

**FECHA :** JUNIO DEL 2023

### ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-01	16/06/2023	23/06/2023	7	45800.00	176.71	259.17	280	93%	248.54	89%
2	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-02	16/06/2023	23/06/2023	7	43580.00	176.71	246.61	280	88%		
3	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-03	16/06/2023	23/06/2023	7	42380.00	176.71	239.82	280	86%		

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

**OBS:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

**Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.**



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES EIRL  
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
TESISTAS Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony  
FECHA : JUNIO DEL 2023

## ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.8%-01	22/06/2023	29/06/2023	7	44580.00	176.71	252.27	280	90%	234.48	84%
2	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.8%-02	22/06/2023	29/06/2023	7	41890.00	176.71	237.05	280	85%		
3	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.8%-03	22/06/2023	29/06/2023	7	37840.00	176.71	214.13	280	76%		

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

### OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(1)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



**TESIS** "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

**UBICACION :** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**TESISTAS** Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony

**FECHA :** JUNIO DEL 2023

### ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	CONC. PATRON C.P.-04	01/06/2023	15/06/2023	14	44840.00	176.71	253.74	280	91%	255.36	91%
2	CONC. PATRON C.P.-05	01/06/2023	15/06/2023	14	42370.00	176.71	239.77	280	86%		
3	CONC. PATRON C.P.-06	01/06/2023	15/06/2023	14	48170.00	176.71	272.59	280	97%		

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

**OBS:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



**TESIS** "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

**UBICACION :** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**TESISTAS** Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony

**FECHA :** JUNIO DEL 2023

### ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.3%-04	14/06/2023	28/06/2023	14	48370.00	176.71	273.72	280	98%	263.38	94%
2	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.3%-05	14/06/2023	28/06/2023	14	47680.00	176.71	269.81	280	96%		
3	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.3%-06	14/06/2023	28/06/2023	14	43580.00	176.71	246.61	280	88%		

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

**OBS:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 193373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



**TESIS**

**UBICACION :**

**TESISTAS**

**FECHA :**

"INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony

JUNIO DEL 2023

### ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-04	16/06/2023	30/06/2023	14	45350.00	176.71	256.63	280	92%	274.93	98%
2	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-05	16/06/2023	30/06/2023	14	49580.00	176.71	280.57	280	100%		
3	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-06	16/06/2023	30/06/2023	14	50820.00	176.71	287.58	280	103%		

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

**OBS:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO  
 \_\_\_\_\_  
 Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
 R.P. 198273 - CONSULTOR C - 127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony

FECHA : JULIO DEL 2023

## ENSAYO DE COMPRESION

Nº Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.8%-04	22/06/2023	06/07/2023	14	46830.00	176.71	265.00	280	95%	264.40	94%
2	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.8%-05	22/06/2023	06/07/2023	14	45340.00	176.71	256.57	280	92%		
3	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.8%-06	22/06/2023	06/07/2023	14	48000.00	176.71	271.62	280	97%		

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

### OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilken J. Zelaya Santos  
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

TESIS

"INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

UBICACION :

DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS

Dioses Granados Anthony Junior

Iparraguirre López Dennis Anthony

FECHA :

JUNIO DEL 2023

## ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	CONC. PATRON C.P.-07	01/06/2023	22/06/2023	21	49500.00	176.71	280.11	280	100%	285.41	102%
2	CONC. PATRON C.P.-08	01/06/2023	22/06/2023	21	51560.00	176.71	291.77	280	104%		
3	CONC. PATRON C.P.-09	01/06/2023	22/06/2023	21	50250.00	176.71	284.36	280	102%		

Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
C.P. 195373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



*Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangey Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640*

*Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com*

**TESIS** "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"  
**UBICACION :** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**TESISTAS** Dioses Granados Anthony Junior  
**FECHA :** Iparraguirre López Dennis Anthony  
**FECHA :** JULIO DEL 2023

### ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.3%-07	14/06/2023	05/07/2023	21	56550.00	176.71	320.01	280	114%	300.97	107%
2	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.3%-08	14/06/2023	05/07/2023	21	52550.00	176.71	297.37	280	106%		
3	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.3%-09	14/06/2023	05/07/2023	21	50460.00	176.71	285.55	280	102%		

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

**OBS:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

**Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.**



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP: 195373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

**TESIS** "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

**UBICACION :** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**TESISTAS** Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony

**FECHA :** JULIO DEL 2023

### ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-07	16/06/2023	07/07/2023	21	50790.00	176.71	287.41	280	103%	305.35	109%
2	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-08	16/06/2023	07/07/2023	21	55450.00	176.71	313.78	280	112%		
3	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-09	16/06/2023	07/07/2023	21	55640.00	176.71	314.86	280	112%		

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

**OBS:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilzon J. Zelaya Santos  
DIP. 125373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



**TESIS** "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

**UBICACION :** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**TESISTAS** Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony

**FECHA :** JULIO DEL 2023

### ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.8%-07	22/06/2023	13/07/2023	21	53010.00	176.71	299.98	280	107%	288.05	103%
2	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.8%-08	22/06/2023	13/07/2023	21	47160.00	176.71	266.87	280	95%		
3	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.8%-09	22/06/2023	13/07/2023	21	52540.00	176.71	297.32	280	106%		

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

**OBS:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP 195273 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
TESISTAS Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony  
FECHA : JUNIO DEL 2023

## ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	CONC. PATRON C.P.-10	01/06/2023	29/06/2023	28	52270.00	176.71	295.79	280	106%	314.18	112%
2	CONC. PATRON C.P.-11	01/06/2023	29/06/2023	28	59450.00	176.71	336.42	280	120%		
3	CONC. PATRON C.P.-12	01/06/2023	29/06/2023	28	54840.00	176.71	310.33	280	111%		

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

### OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

*Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640*  
*Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com*



**TESIS** "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

**UBICACION :** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**TESISTAS** Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony

**FECHA :** JULIO DEL 2023

### ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.3%-10	14/06/2023	12/07/2023	28	55980.00	176.71	316.78	280	113%	315.14	113%
2	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.3%-11	14/06/2023	12/07/2023	28	55450.00	176.71	313.78	280	112%		
3	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.3%-12	14/06/2023	12/07/2023	28	55640.00	176.71	314.86	280	112%		

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

**OBS:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

**Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.**



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195773 - CONSULTOR C - 127796  
SPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



**TESIS** "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

**UBICACION :** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**TESISTAS** Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony

**FECHA :** JULIO DEL 2023

### ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-10	16/06/2023	14/07/2023	28	59390.00	176.71	336.08	280	120%	341.72	122%
2	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-11	16/06/2023	14/07/2023	28	59220.00	176.71	335.12	280	120%		
3	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-12	16/06/2023	14/07/2023	28	62550.00	176.71	353.96	280	126%		

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

**OBS:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(7)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



**TESIS** "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

**UBICACION :** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**TESISTAS** Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony

**FECHA :** JULIO DEL 2023

### ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.8%-10	22/06/2023	20/07/2023	28	54650.00	176.71	309.26	280	110%	303.41	108%
2	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.8%-11	22/06/2023	20/07/2023	28	52350.00	176.71	296.24	280	106%		
3	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.F.8%-12	22/06/2023	20/07/2023	28	53850.00	176.71	304.73	280	109%		

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

**OBS:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 185373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



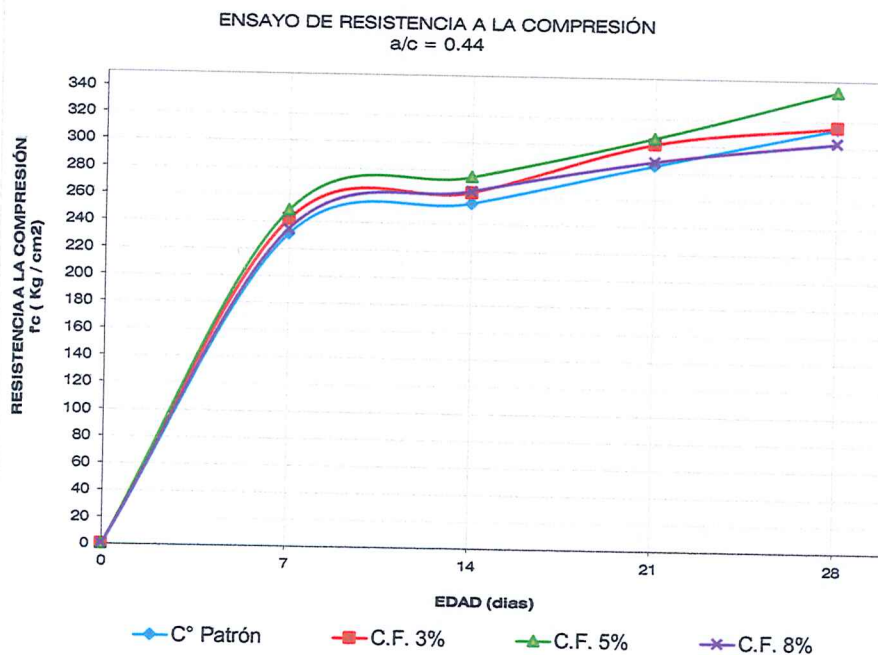
# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
TESISTAS Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre Lopez Dennis  
FECHA : JULIO DEL 2023



C° Patrón	
0	0
7	231.05
14	255.36
21	285.41
28	314.18

C.F. 3%	
0	0
7	241.86
14	263.38
21	300.97
28	315.14

C.F. 5%	
0	0
7	248.54
14	274.93
21	305.35
28	341.72

C.F. 8%	
0	0
7	234.48
14	264.40
21	288.05
28	303.41

D-2 Resistencia Minima	
7	187.60
14	240.80
28	280.00

Jefe de Laboratorio

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

TESIS

"INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

UBICACION :

DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS

Dioses Granados Anthony Junior

Iparraguirre López Dennis Anthony

FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023

## ENSAYO DE COMPRESION

Nº Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-01	05/09/2023	03/10/2023	28	54650.00	176.71	335.73	280	120%	342.89	122%
2	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-02	05/09/2023	03/10/2023	28	52350.00	176.71	341.50	280	122%		
3	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-03	05/09/2023	03/10/2023	28	53850.00	176.71	352.20	280	126%		
4	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-04	05/09/2023	03/10/2023	28	54650.00	176.71	350.00	280	125%		
5	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-05	05/09/2023	03/10/2023	28	52350.00	176.71	338.80	280	121%		
6	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-06	05/09/2023	03/10/2023	28	53850.00	176.71	339.10	280	121%		

Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 125373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

TESIS : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS : Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony

FECHA : SETIEMBRE DEL 2023

## ENSAYO DE COMPRESION

Nº Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-07	06/09/2023	04/10/2023	28	54650.00	176.71	331.50	280	118%	334.92	120%
2	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-08	06/09/2023	04/10/2023	28	52350.00	176.71	329.80	280	118%		
3	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-09	06/09/2023	04/10/2023	28	53850.00	176.71	338.60	280	121%		
4	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-10	06/09/2023	04/10/2023	28	54650.00	176.71	339.50	280	121%		
5	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-11	06/09/2023	04/10/2023	28	52350.00	176.71	341.20	280	122%		
6	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-12	06/09/2023	04/10/2023	28	53850.00	176.71	328.90	280	117%		

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

### OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 198372 CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

## TESIS

"INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

## UBICACION :

DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

## TESISTAS

Dioses Granados Anthony Junior

Iparraquirre López Dennis Anthony

## FECHA :

SETIEMBRE DEL 2023

## ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-13	07/09/2023	05/10/2023	28	54650.00	176.71	342.80	280	122%	342.52	122%
2	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-14	07/09/2023	05/10/2023	28	52350.00	176.71	350.10	280	125%		
3	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-15	07/09/2023	05/10/2023	28	53850.00	176.71	348.50	280	124%		
4	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-16	07/09/2023	05/10/2023	28	54650.00	176.71	333.50	280	119%		
5	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-17	07/09/2023	05/10/2023	28	52350.00	176.71	338.40	280	121%		
6	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-18	07/09/2023	05/10/2023	28	53850.00	176.71	341.80	280	122%		

## Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

## OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195275 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

TESIS

UBICACION :

TESISTAS

FECHA :

"INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

Dioses Granados Anthony Junior

Iparraguirre López Dennis Anthony

SETIEMBRE DEL 2023

## ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-19	08/09/2023	06/10/2023	28	54650.00	176.71	345.80	280	124%	347.87	124%
2	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-20	08/09/2023	06/10/2023	28	52350.00	176.71	350.20	280	125%		
3	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-21	08/09/2023	06/10/2023	28	53850.00	176.71	351.20	280	125%		
4	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-22	08/09/2023	06/10/2023	28	54650.00	176.71	348.60	280	125%		
5	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-23	08/09/2023	06/10/2023	28	52350.00	176.71	346.50	280	124%		
6	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-24	08/09/2023	06/10/2023	28	53850.00	176.71	344.90	280	123%		

Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

TESIS : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
TESISTAS : Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony  
FECHA : SETIEMBRE DEL 2023

## ENSAYO DE COMPRESION

Nº Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-25	09/09/2023	07/10/2023	28	54650.00	176.71	350.60	280	125%	345.98	124%
2	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-26	09/09/2023	07/10/2023	28	52350.00	176.71	348.60	280	125%		
3	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-27	09/09/2023	07/10/2023	28	53850.00	176.71	338.50	280	121%		
4	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-28	09/09/2023	07/10/2023	28	54650.00	176.71	337.60	280	121%		
5	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-29	09/09/2023	07/10/2023	28	52350.00	176.71	345.20	280	123%		
6	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.F.5%-30	09/09/2023	07/10/2023	28	53850.00	176.71	355.40	280	127%		

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

### OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) debe se de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# **ANEXO 5**

## **RESULTADOS DE**

### **RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

## ENSAYO DE FLEXION DE VIGAS DE HORMIGON

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.079, ASTM C293)

**TESIS** "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

**UBICACION :** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**TESISTAS** Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony

**FECHA :** JUNIO DEL 2023

**UNIDAD** PRISMAS DE CONCRETO

**FECHA VACEADO:** 06/06/2023

**FECHA ENSAYO :** 13/06/2023

**EDAD DIAS** 7

Dimensionamiento de Prismas

Nº DE PRISMA	PRISMA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
1	CONC. PATRON C.V. - 01	50.00	15.20	15.20	42.00
2	CONC. PATRON C.V. - 02	50.00	15.10	15.10	42.00

Resultados obtenidos del ensayo:

Calculo de la Resistencia a la flexion

PRISMA	Carga max. (daN)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
CONC. PATRON C.V. - 01	1060.00	1.27	1.63
CONC. PATRON C.V. - 02	1630.00	1.99	



$$R = \frac{Q \times L}{10 \times b \times h^2}$$

### DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]  
Q = carga máxima registrada [daN]  
L = luz entre apoyos [cm]  
b = ancho medio de la probeta [cm]  
h = altura media de la probeta [cm]

### OBSERVACIONES:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIF. 195373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

## ENSAYO DE FLEXION DE VIGAS DE HORMIGON

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.079, ASTM C293)

**TESIS** "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

**UBICACION :** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**TESISTAS** Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony

**FECHA :** JUNIO DEL 2023

**UNIDAD :** PRISMAS DE CONCRETO

**FECHA VACEADO:** 21/07/2023

**FECHA ENSAYO :** 28/07/2023

**EDAD DIAS** 7

Dimensionamiento de Prismas

Nº DE PRISMA	PRISMA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
1	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 3% - 01	50.00	15.20	15.20	42.00
2	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 3% - 02	50.00	15.10	15.10	42.00

Resultados obtenidos del ensayo:

Calculo de la Resistencia a la flexion

PRISMA	Carga max. (daN)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 3% - 01	1600.00	1.91	1.95
CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 3% - 02	1630.00	1.99	



$$R = \frac{Q \times L}{10 \times b \times h^2}$$

**DONDE**

R = módulo de rotura [Mpa]  
Q = carga máxima registrada [daN]  
L = luz entre apoyos [cm]  
b = ancho medio de la probeta [cm]  
h = altura media de la probeta [cm]

**OBSERVACIONES:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
C.P. 195373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



## ENSAYO DE FLEXION DE VIGAS DE HORMIGON

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.079, ASTM C293)

TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony

FECHA : JUNIO DEL 2023

UNIDAD : PRISMAS DE CONCRETO

FECHA VACEADO: 27/07/2023

FECHA ENSAYO : 03/08/2023

EDAD DIAS 7

Dimensionamiento de Prismas

Nº DE PRISMA	PRISMA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
1	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 01	50.00	15.20	15.20	42.00
2	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 02	50.00	15.10	15.10	42.00

Resultados obtenidos del ensayo:

Calculo de la Resistencia a la flexion

PRISMA	Carga max. (daN)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 01	1850.00	2.21	2.10
CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 02	1630.00	1.99	



$$R = \frac{Q \times L}{10 \times b \times h^2}$$

DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]

Q = carga máxima registrada [daN]

L = luz entre apoyos [cm]

b = ancho medio de la probeta [cm]

h = altura media de la probeta [cm]

OBSERVACIONES:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP 195373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

## ENSAYO DE FLEXION DE VIGAS DE HORMIGON

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.079, ASTM C293)

**TESIS** "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

**UBICACION :** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**TESISTAS** Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony

**FECHA :** JUNIO DEL 2023

**UNIDAD :** PRISMAS DE CONCRETO

**FECHA VACEADO:** 04/08/2023

**FECHA ENSAYO :** 11/08/2023

**EDAD DIAS** 7

Dimensionamiento de Prismas

Nº DE PRISMA	PRISMA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
1	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 8% - 01	50.00	15.20	15.20	42.00
2	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 8% - 02	50.00	15.10	15.10	42.00

Resultados obtenidos del ensayo:

Calculo de la Resistencia a la flexion

PRISMA	Carga max. (daN)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 8% - 01	1700.00	2.03	2.46
CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 8% - 02	2360.00	2.88	

$$R = \frac{Q \times L}{10 \times b \times h^2}$$

DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]

Q = carga máxima registrada [daN]

L = luz entre apoyos [cm]

b = ancho medio de la probeta [cm]

h = altura media de la probeta [cm]

OBSERVACIONES:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
C.P. 195375 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

## ENSAYO DE FLEXION DE VIGAS DE HORMIGON

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.079, ASTM C293)

**TESIS** "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

**UBICACION :** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**TESISTAS** Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony

**FECHA :** JUNIO DEL 2023

**UNIDAD** PRISMAS DE CONCRETO

**FECHA VACEADO:** 06/06/2023

**FECHA ENSAYO :** 20/06/2023

**EDAD DIAS** 14

Dimensionamiento de Prismas

Nº DE PRISMA	PRISMA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
1	CONC. PATRON C.V. - 03	50.00	15.20	15.20	42.00
2	CONC. PATRON C.V. - 04	50.00	15.10	15.10	42.00

Resultados obtenidos del ensayo:

Calculo de la Resistencia a la flexion

PRISMA	Carga max. (daN)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
CONC. PATRON C.V. - 03	1590.00	1.90	1.93
CONC. PATRON C.V. - 04	1610.00	1.96	



$$R = \frac{Q \times L}{10 \times b \times h^2}$$

### DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]  
Q = carga máxima registrada [daN]  
L = luz entre apoyos [cm]  
b = ancho medio de la probeta [cm]  
h = altura media de la probeta [cm]

### OBSERVACIONES:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
C.R. 195273 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



## ENSAYO DE FLEXION DE VIGAS DE HORMIGON

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.079, ASTM C293)

### TESIS

"INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

### UBICACION :

DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

### TESISTAS

Dioses Granados Anthony Junior

Iparraguirre López Dennis Anthony

### FECHA :

JUNIO DEL 2023

### UNIDAD :

PRISMAS DE CONCRETO

### FECHA VACEADO:

21/07/2023

### FECHA ENSAYO :

04/08/2023

### EDAD DIAS

14

### Dimensionamiento de Prismas

Nº DE PRISMA	PRISMA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
1	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 3% - 03	50.00	15.20	15.20	42.00
2	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 3% - 04	50.00	15.10	15.10	42.00

Resultados obtenidos del ensayo:

### Calculo de la Resistencia a la flexion

PRISMA	Carga max. (daN)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 3% - 03	1950.00	2.33	2.31
CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 3% - 04	1870.00	2.28	



$$R = \frac{Q \times L}{10 \times b \times h^2}$$

### DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]

Q = carga máxima registrada [daN]

L = luz entre apoyos [cm]

b = ancho medio de la probeta [cm]

h = altura media de la probeta [cm]

### OBSERVACIONES:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## ENSAYO DE FLEXION DE VIGAS DE HORMIGON

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.079, ASTM C293)

**TESIS** "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

**UBICACION :** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**TESISTAS** Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony

**FECHA :** JUNIO DEL 2023

**UNIDAD :** PRISMAS DE CONCRETO

**FECHA VACEADO:** 27/07/2023

**FECHA ENSAYO :** 10/08/2023

**EDAD DIAS** 14

Dimensionamiento de Prismas

Nº DE PRISMA	PRISMA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
1	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 03	50.00	15.20	15.20	42.00
2	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 04	50.00	15.10	15.10	42.00

Resultados obtenidos del ensayo:

Calculo de la Resistencia a la flexion

PRISMA	Carga max. (daN)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 03	2520.00	3.01	3.10
CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 04	2620.00	3.20	

$$R = \frac{Q \times L}{10 \times b \times h^2}$$

**DONDE**

R = módulo de rotura [Mpa]  
 Q = carga máxima registrada [daN]  
 L = luz entre apoyos [cm]  
 b = ancho medio de la probeta [cm]  
 h = altura media de la probeta [cm]

**OBSERVACIONES:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
 CIP. 195273 - CONSULTOR C - 127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Telefono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

## ENSAYO DE FLEXION DE VIGAS DE HORMIGON

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.079, ASTM C293)

### TESIS

"INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

### UBICACION :

DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

### TESISTAS

Dioses Granados Anthony Junior

Iparraguirre López Dennis Anthony

### FECHA :

JUNIO DEL 2023

### UNIDAD :

PRISMAS DE CONCRETO

### FECHA VACEADO:

04/08/2023

### FECHA ENSAYO :

18/08/2023

### EDAD DIAS

14

### Dimensionamiento de Prismas

Nº DE PRISMA	PRISMA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
1	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 8% - 03	50.00	15.20	15.20	42.00
2	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 8% - 04	50.00	15.10	15.10	42.00

Resultados obtenidos del ensayo:

### Calculo de la Resistencia a la flexion

PRISMA	Carga max. (daN)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 8% - 03	2590.00	3.10	2.81
CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 8% - 04	2070.00	2.53	



$$R = \frac{Q \times L}{10 \times b \times h^2}$$

### DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]

Q = carga máxima registrada [daN]

L = luz entre apoyos [cm]

b = ancho medio de la probeta [cm]

h = altura media de la probeta [cm]

### OBSERVACIONES:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

## ENSAYO DE FLEXION DE VIGAS DE HORMIGON

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.079, ASTM C293)

TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony

FECHA : JUNIO DEL 2023

UNIDAD PRISMAS DE CONCRETO

FECHA VACEADO: 06/06/2023

FECHA ENSAYO : 04/07/2023

EDAD DIAS 28

Dimensionamiento de Prismas

Nº DE PRISMA	PRISMA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
1	CONC. PATRON C.V. - 05	50.00	15.20	15.20	42.00
2	CONC. PATRON C.V. - 06	50.00	15.10	15.10	42.00

Resultados obtenidos del ensayo:

Calculo de la Resistencia a la flexion

PRISMA	Carga max. (daN)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
CONC. PATRON C.V. - 05	1940.00	2.32	2.42
CONC. PATRON C.V. - 06	2060.00	2.51	



$$R = \frac{Q \times L}{10 \times b \times h^2}$$

DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]  
Q = carga máxima registrada [daN]  
L = luz entre apoyos [cm]  
b = ancho medio de la probeta [cm]  
h = altura media de la probeta [cm]

OBSERVACIONES:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilkon J. Zelaya Santos  
CIP: 195373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

## ENSAYO DE FLEXION DE VIGAS DE HORMIGON

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.079, ASTM C293)

### TESIS

"INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

### UBICACION :

DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

### TESISTAS

Dioses Granados Anthony Junior

Iparraguirre López Dennis Anthony

### FECHA :

JUNIO DEL 2023

### UNIDAD :

PRISMAS DE CONCRETO

### FECHA VACEADO:

21/07/2023

### FECHA ENSAYO :

18/08/2023

### EDAD DIAS

28

### Dimensionamiento de Prismas

Nº DE PRISMA	PRISMA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
1	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 3% - 05	50.00	15.20	15.20	42.00
2	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 3% - 06	50.00	15.10	15.10	42.00

Resultados obtenidos del ensayo:

### Calculo de la Resistencia a la flexion

PRISMA	Carga max. (daN)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 3% - 05	2460.00	2.94	2.99
CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 3% - 06	2495.00	3.04	



$$R = \frac{Q \times L}{10 \times b \times h^2}$$

### DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]

Q = carga máxima registrada [daN]

L = luz entre apoyos [cm]

b = ancho medio de la probeta [cm]

h = altura media de la probeta [cm]

### OBSERVACIONES:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos

CIP. 193373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

## ENSAYO DE FLEXION DE VIGAS DE HORMIGON

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.079, ASTM C293)

TESIS "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony

FECHA : JUNIO DEL 2023

UNIDAD : PRISMAS DE CONCRETO

FECHA VACEADO: 27/07/2023

FECHA ENSAYO : 24/08/2023

EDAD DIAS 28

Dimensionamiento de Prismas

Nº DE PRISMA	PRISMA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
1	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 05	50.00	15.20	15.20	42.00
2	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 06	50.00	15.10	15.10	42.00

Resultados obtenidos del ensayo:

Calculo de la Resistencia a la flexion

PRISMA	Carga max. (daN)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 05	2870.00	3.43	3.42
CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 06	2790.00	3.40	



$$R = \frac{Q \times L}{10 \times b \times h^2}$$

DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]

Q = carga máxima registrada [daN]

L = luz entre apoyos [cm]

b = ancho medio de la probeta [cm]

h = altura media de la probeta [cm]

OBSERVACIONES:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195673 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Telefono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

## ENSAYO DE FLEXION DE VIGAS DE HORMIGON

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.079, ASTM C293)

### TESIS

### UBICACION :

### TESISTAS

### FECHA :

### UNIDAD :

### FECHA VACEADO:

### FECHA ENSAYO :

### EDAD DIAS

"INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

Dioses Granados Anthony Junior

Iparraguirre López Dennis Anthony

JUNIO DEL 2023

PRISMAS DE CONCRETO

04/08/2023

01/09/2023

28

### Dimensionamiento de Prismas

Nº DE PRISMA	PRISMA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
1	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 8% - 05	50.00	15.20	15.20	42.00
2	CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 8% - 06	50.00	15.10	15.10	42.00

Resultados obtenidos del ensayo:

### Calculo de la Resistencia a la flexion

PRISMA	Carga max. (daN)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 8% - 05	2650.00	3.17	3.13
CONC. CON FIBRA DE ACERO C.V. 8% - 06	2540.00	3.10	



$$R = \frac{Q \times L}{10 \times b \times h^2}$$

### DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]

Q = carga máxima registrada [daN]

L = luz entre apoyos [cm]

b = ancho medio de la probeta [cm]

h = altura media de la probeta [cm]

### OBSERVACIONES:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos

CIP: 195373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



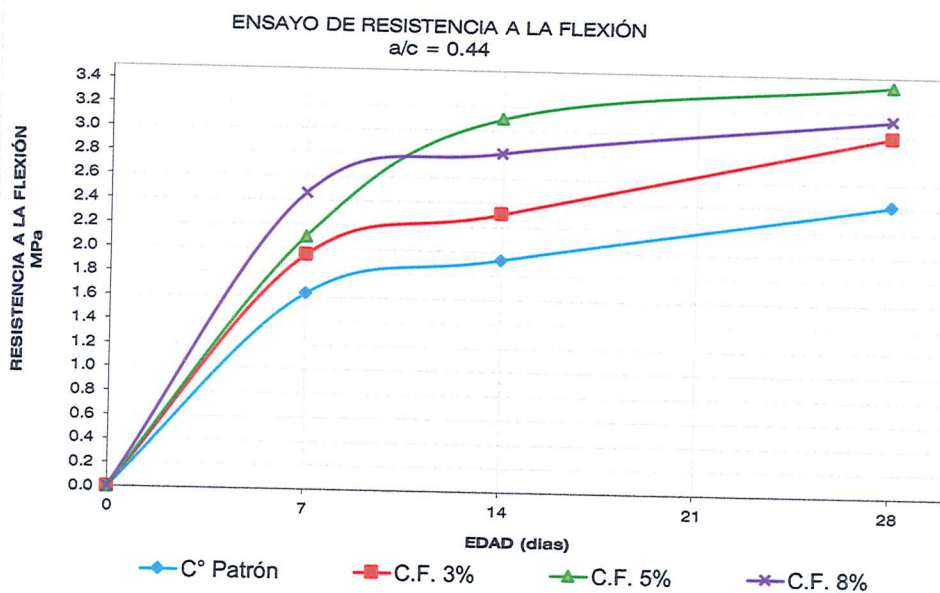
# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

TESIS : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
TESISTAS : Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre Lopez Dennis  
FECHA : JULIO DEL 2023



C° Patrón	
0	0
7	1.63
14	1.93
28	2.42

C.F. 3%	
0	0
7	1.95
14	2.31
28	2.99

C.F. 5%	
0	0
7	2.10
14	3.10
28	3.42

C.F. 8%	
0	0
7	2.46
14	2.81
28	3.13

D-2 Resistencia Minima	
7	187.60
14	240.80
28	280.00

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
C.R. 19523 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA







## ENSAYO DE FLEXION DE VIGAS DE HORMIGON

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.079, ASTM C293)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"  
**UBICACION :** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**TESISTAS** : Dioses Granados Anthony Junior  
 Iparraguirre López Dennis Anthony  
**FECHA :** OCTUBRE DEL 2023  
**UNIDAD :** PRISMAS DE CONCRETO  
**FECHA VACEADO:** 24/10/2023  
**FECHA ENSAYO :** 21/11/2023  
**EDAD DIAS** : 28

Dimensionamiento de Prismas

Nº DE PRISMA	PRISMA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
1	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 01	50.00	15.20	15.20	42.00
2	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 02	50.00	15.10	15.10	42.00
3	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 03	50.00	15.20	15.20	42.00
4	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 04	50.00	15.10	15.10	42.00
5	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 05	50.00	15.20	15.20	42.00
6	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 06	50.00	15.10	15.10	42.00

Resultados obtenidos del ensayo:

Calculo de la Resistencia a la flexion

PRISMA	Carga max. (daN)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 01	2950.00	3.53	3.55
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 02	2850.00	3.48	
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 03	2680.00	3.21	
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 04	3100.00	3.78	
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 05	2990.00	3.58	
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 06	3050.00	3.72	



$$R = \frac{Q \times L}{10 \times b \times h^2}$$

DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]  
 Q = carga máxima registrada [daN]  
 L = luz entre apoyos [cm]  
 b = ancho medio de la probeta [cm]  
 h = altura media de la probeta [cm]

OBSERVACIONES:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
 CIP. 195273 - CONSULTOR C - 127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



## ENSAYO DE FLEXION DE VIGAS DE HORMIGON

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.079, ASTM C293)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"  
**UBICACION :** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**TESISTAS** : Dioses Granados Anthony Junior  
**FECHA :** Iparraguirre López Dennis Anthony  
**UNIDAD :** OCTUBRE DEL 2023  
**FECHA VACEADO:** PRISMAS DE CONCRETO  
**FECHA ENSAYO :** 25/10/2023  
**EDAD DIAS** : 22/11/2023  
**EDAD DIAS** : 28

Dimensionamiento de Prismas

Nº DE PRISMA	PRISMA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
1	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 07	50.00	15.20	15.20	42.00
2	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 08	50.00	15.10	15.10	42.00
3	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 09	50.00	15.20	15.20	42.00
4	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 10	50.00	15.10	15.10	42.00
5	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 11	50.00	15.20	15.20	42.00
6	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 12	50.00	15.10	15.10	42.00

Resultados obtenidos del ensayo:

Calculo de la Resistencia a la flexion

PRISMA	Carga max. (daN)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 07	3350.00	4.01	3.86
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 08	3250.00	3.96	
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 09	2950.00	3.53	
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 10	3050.00	3.72	
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 11	3450.00	4.13	
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 12	3150.00	3.84	



$$R = \frac{Q \times L}{10 \times b \times h^2}$$

DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]  
 Q = carga máxima registrada [daN]  
 L = luz entre apoyos [cm]  
 b = ancho medio de la probeta [cm]  
 h = altura media de la probeta [cm]

OBSERVACIONES:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
 CIP. 175373 - CONSULTOR C - 127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



**ENSAYO DE FLEXION DE VIGAS DE HORMIGON**  
 (NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.079, ASTM C293)

**TESIS** : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"  
**UBICACION :** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**TESISTAS** : Dioses Granados Anthony Junior  
 Iparraguirre López Dennis Anthony  
**FECHA :** OCTUBRE DEL 2023  
**UNIDAD :** PRISMAS DE CONCRETO  
**FECHA VACEADO:** 26/10/2023  
**FECHA ENSAYO :** 23/11/2023  
**EDAD DIAS** : 28

Dimensionamiento de Prismas

Nº DE PRISMA	PRISMA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
1	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 13	50.00	15.20	15.20	42.00
2	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 14	50.00	15.10	15.10	42.00
3	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 15	50.00	15.20	15.20	42.00
4	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 16	50.00	15.10	15.10	42.00
5	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 17	50.00	15.20	15.20	42.00
6	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 18	50.00	15.10	15.10	42.00

Resultados obtenidos del ensayo:

Calculo de la Resistencia a la flexion

PRISMA	Carga max. (daN)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 13	3210.00	3.84	3.74
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 14	2980.00	3.64	
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 15	2990.00	3.58	
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 16	3080.00	3.76	
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 17	3150.00	3.77	
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 18	3190.00	3.89	

$$R = \frac{Q \times L}{10 \times b \times h^2}$$

DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]  
 Q = carga máxima registrada [daN]  
 L = luz entre apoyos [cm]  
 b = ancho medio de la probeta [cm]  
 h = altura media de la probeta [cm]

OBSERVACIONES:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilzon J. Zelaya Santos  
 CIP. 125373 - CONSULTOR C - 127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



## ENSAYO DE FLEXION DE VIGAS DE HORMIGON

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.079, ASTM C293)

TESIS

UBICACION :

TESISTAS

FECHA :

UNIDAD :

FECHA VACEADO:

FECHA ENSAYO :

EDAD DIAS

"INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

Dioses Granados Anthony Junior

Iparraguirre López Dennis Anthony

OCTUBRE DEL 2023

PRISMAS DE CONCRETO

27/10/2023

24/11/2023

28

Dimensionamiento de Prismas

Nº DE PRISMA	PRISMA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
1	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 19	50.00	15.20	15.20	42.00
2	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 20	50.00	15.10	15.10	42.00
3	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 21	50.00	15.20	15.20	42.00
4	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 22	50.00	15.10	15.10	42.00
5	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 23	50.00	15.20	15.20	42.00
6	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 24	50.00	15.10	15.10	42.00

Resultados obtenidos del ensayo:

Calculo de la Resistencia a la flexion

PRISMA	Carga max. (daN)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 19	2980.00	3.56	3.63
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 20	2890.00	3.53	
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 21	3010.00	3.60	
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 22	3170.00	3.87	
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 23	2970.00	3.55	
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 24	2990.00	3.65	



$$R = \frac{Q \times L}{10 \times b \times h^2}$$

DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]

Q = carga máxima registrada [daN]

L = luz entre apoyos [cm]

b = ancho medio de la probeta [cm]

h = altura media de la probeta [cm]

OBSERVACIONES:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos

DIP. 198373 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

## ENSAYO DE FLEXION DE VIGAS DE HORMIGON

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.079, ASTM C293)

TESIS : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RIGIDO - COISHCO - 2022"

UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTAS : Dioses Granados Anthony Junior  
Iparraguirre López Dennis Anthony

FECHA : OCTUBRE DEL 2023

UNIDAD : PRISMAS DE CONCRETO

FECHA VACEADO: 28/10/2023

FECHA ENSAYO : 25/11/2023

EDAD DIAS : 28

Dimensionamiento de Prismas

Nº DE PRISMA	PRISMA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
1	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 25	50.00	15.20	15.20	42.00
2	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 26	50.00	15.10	15.10	42.00
3	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 27	50.00	15.20	15.20	42.00
4	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 28	50.00	15.10	15.10	42.00
5	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 29	50.00	15.20	15.20	42.00
6	CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 30	50.00	15.10	15.10	42.00

Resultados obtenidos del ensayo:

Calculo de la Resistencia a la flexion

PRISMA	Carga max. (daN)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 25	3340.00	3.99	3.91
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 26	3180.00	3.88	
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 27	3090.00	3.70	
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 28	3160.00	3.85	
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 29	3380.00	4.04	
CONC. OPTIMO CON FIBRA DE ACERO C.V. 5% - 30	3280.00	4.00	

$$R = \frac{Q \times L}{10 \times b \times h^2}$$

DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]  
Q = carga máxima registrada [daN]  
L = luz entre apoyos [cm]  
b = ancho medio de la probeta [cm]  
h = altura media de la probeta [cm]

OBSERVACIONES:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195273 - CONSULTOR C - 127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



# **ANEXO 6**

## **ESTUDIO DE TRÁFICO**

### **VEHICULAR**

## ESTUDIO DE TRÁFICO

### I. INTRODUCCION

Como parte del desarrollo de la investigación **“Influencia de la fibra de acero tréfil en las propiedades del concreto aplicado a losas de pavimento rígido – Coishco - 2022”** se requiere su aplicación, para tal efecto, es necesario el estudio para la obtención del volumen de tráfico expresado en la carga equivalente de un solo eje ESAL (Equivalent Single Axle Load)

El objeto de aplicación seleccionado fue la planta pesquera Hayduk - Coishco

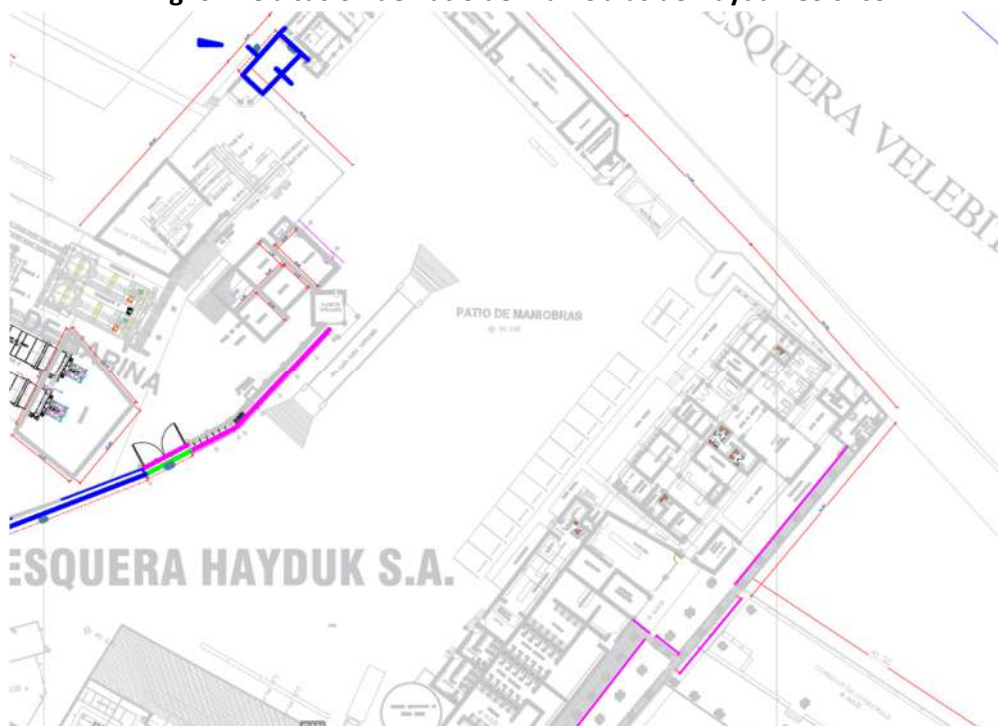
### II. OBJETIVOS

- Determinar el volumen de tráfico ESAL para la aplicación del Método Asshto 93 en el diseño del pavimento rígido del patio de maniobras de Hayduk-Coishco.

### III. UBICACIÓN

**Departamento** : Ancash  
**Provincia** : Santa  
**Distrito** : Coishco  
**Entidad** : Pesquera Hayduk  
**Área** : Patio de Maniobras

**Fig. 01 : Ubicación de Patio de Maniobras de Hayduk Coishco**



Fuente: Layout Hayduk – Coishco

### IV. NORMAS Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Manual de Carreteras RD N°10-2014-MTC/14
- Metodología AASHTO-93
- Compendio Normativo sobre Pesos y Medidas – SUTRAN - 2021

## V. METODOLOGIA

La información base para la elaboración del presente estudio tiene como fuente la recolección de datos directa. Se identificó un punto estratégico de amplia visibilidad de los accesos en base al análisis del flujo de tránsito.

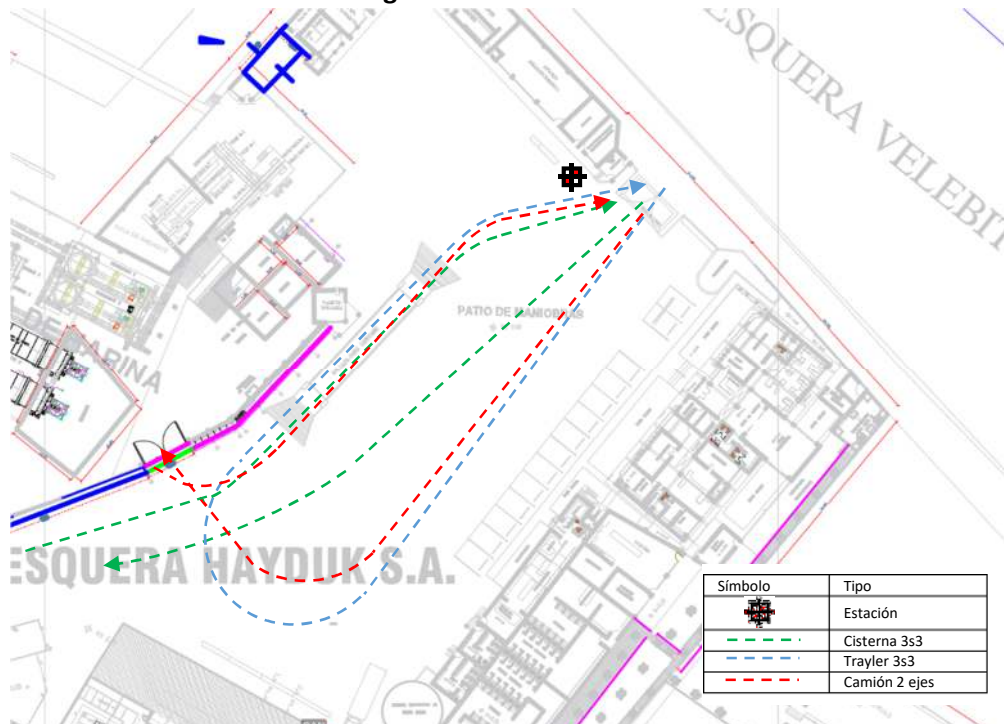
La metodología aplicada se desarrolla en 3 etapas:

### i. *Recolección de dato en campo*

Estación: Portón de ingreso

Periodo de Recolección de datos: De 18/11/24 a 24/11/24

Fig. 02 : Ruta de Vehículos



Fuente: Elaboración propia

### ii. *Procesamiento y Tabulación*

Después del recojo de información, esta fue procesada en hojas de cálculo Excel, tabulados para la determinación de la Carga Equivalente ESAL

### iii. *Análisis de Información*

Finalmente, con la información procesada se analizan los resultados y se determina el número de repeticiones de ejes equivalente de 8.2ton

## VI. CONTEO DE TRAFICO

El volumen de tráfico se determinó realizando el conteo de vehículos motorizados que transitan en el patio de maniobras la Planta Pesquera Hayduk – sede Coishco.

**Tabla 1 Conteo de Tráfico**

Medio de Transporte	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADOS	DOMINGOS	TOTAL	%
<b>Vehículos Ligeros (VL)</b>									
<b>Mototaxi</b>									
Automóviles	5	5	5	5	5	5	1	31	15%
Camionetas	12	10	11	15	13	10	5	76	37%
Micros / Combis									0%
<b>Total de VL</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>107</b>	<b>52%</b>
<b>Vehículos Pesados (VP)</b>									
Camión 2 ejes	8	6	7	5	8	3	0	37	18%
Semitrayler ≥3s3	10	10	10	10	10	10	2	62	30%
<b>Total de VP</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>99</b>	<b>48%</b>
<b>Total de Vehículos</b>	<b>35</b>	<b>31</b>	<b>33</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>28</b>	<b>8</b>	<b>206</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración Propia

## VII. DETERMINACION DE LA CARGA EQUIVALENTE ESAL

### 7.1. TRANSITO MEDIO DIARIO SEMANAL

$$IMDS = \frac{TS}{7}$$

Donde:

IMDS : Índice Medio Diario Semanal  
TS : Tráfico semanal

**Tabla 2 Índice Medio Diario Semanal**

Medio de Transporte	TOTAL	IMDS	%
<b>Vehículos Ligeros (VL)</b>			
<b>Mototaxi</b>			
Automóviles	31	4	15%
Camionetas	76	11	37%
Micros / Combis			0%
<b>Total de VL</b>	<b>107</b>	<b>15</b>	<b>52%</b>
<b>Vehículos Pesados (VP)</b>			
Camión 2 ejes	37	5	18%
Semitrayler ≥3s3	62	9	30%
<b>Total de VP</b>	<b>99</b>	<b>14</b>	<b>48%</b>
<b>Total de Vehículos</b>	<b>206</b>	<b>29</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

## 7.2. TRANSITO MEDIO DIARIO ANUAL

Para el cálculo del tráfico medio anual, se aplica la siguiente fórmula:

$$IMDA = TMDS * FC$$

Donde:

$IMDA$  = Índice medio diario anual

$TMDS$  = Índice medio diario semanal

$FC$  = Factor de corrección para vehículos ligeros y pesados

**Tabla 3 Factor de Corrección**

Peaje	F.C
Vehículos Ligeros	1.1518
Vehículos Pesados	1.0745

Fuente: Ficha técnica estándar para la formulación y evaluación de proyectos de inversión en carreteras interurbanas – MTC

**Tabla 4 Tráfico Medio Diario Anual**

Medio de Transporte	IMDS	FC	TMDA
<b>Vehículos Ligeros (VL)</b>			
Automóviles	4	1.0745	4
Camionetas	11	1.0745	12
Micros / Combis	0	1.0745	0
<b>Total de VL</b>	<b>15</b>		<b>16</b>
<b>Vehículos Pesados (VP)</b>			
Camión 2 ejes	5	1.0415	5
Semitrayler ≥3s3	9	1.0415	9
<b>Total de VP</b>	<b>14</b>		<b>14</b>

Fuente: Elaboración propia

## 7.3. TRANSITO MEDIO DIARIO ANUAL PROYECTADO

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

Donde:

$T_n$  = Transito proyectado al año “n” en veh/día

$T_o$  = Tránsito actual (año base 0) en veh/día

$n$  = Número de años del periodo de diseño

$r$  = Tasa anual de crecimiento de transito

**Tabla 5 Tasa de Crecimiento**

Tasa de Crecimiento	r
Vehículos Livianos	2.33%
Vehículos Pesados	1.49%

Fuente: Ficha técnica estándar – MTC

Se considerará una proyección de 1 año para inicio del proyecto.



**Tabla 6 Tráfico Medio Diario Anual Proyectado ( $IMDA_{pi}$ )**

Medio de Transporte	IMDS	IMDA
<b>Vehículos Ligeros (VL)</b>		
Automóviles	4	4
Camionetas	12	12
<b>Total de VL</b>	<b>16</b>	<b>16</b>
<b>Vehículos Pesados (VP)</b>		
Camión 2 ejes	5	5
Semitrayler $\geq 3s3$	9	9
<b>Total de VP</b>	<b>14</b>	<b>14</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 7.4. EJES EQUIVALENTES

Para calcular el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 ton, se aplica la siguiente fórmula:

$$EE_{día-carri\tilde{l}} = IMD_{pi} * F_d * F_c * F_{vpi} * F_{pi}$$

Donde:

$IMD_{pi}$  = Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado

$F_{vpi}$  = Factor vehículo pesado del tipo seleccionado

$F_{pi}$  = Factor de Presión de neumáticos

**Tabla 7 Cálculo de Carga por Ejes Equivalentes**

TIPO DE VEHICULO	IMDA	TIPO DE EJE	NUMERO	CARGA	EE	EE IMDA
		Tabla	LLANTAS	EJE Tn		
<b>Vehículos Ligeros (VL)</b>						
Automóviles	4	SIMPLE	2	1	0.000436385	0.00175
	4	SIMPLE	2	1	0.000436385	0.00175
Camionetas	12	SIMPLE	2	1	0.000436385	0.00524
	12	SIMPLE	2	1	0.000436385	0.00524
<b>Total de VL</b>					0.00174554	0.01396
<b>Vehículos Pesados (VP)</b>						
Camión 2 ejes	5	SIMPLE	2	7	1.272834178	6.36417
	5	SIMPLE	4	18	25.11773511	125.589
Semitrayler $\geq 3s3$	9	SIMPLE	4	7	0.522715248	4.70444
	9	TANDEM	8	18	3.458004411	31.122
	9	TRIDEM	12	25	4.164931279	37.4844
<b>Total de VP</b>					60.93	205.26

Fuente: Elaboración propia

#### 7.5. ESAL DE DISEÑO

$$N_{rep} de EE_{8.2 ton} = EE_{IMDA} * F_d * F_c * F_{ca} * 365$$

Donde:

$N_{rep} de EE_{8.2 ton}$  = Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 ton

$EE_{día-carri\tilde{l}}$  = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado

$F_d$  = Factor Dirección

$F_c$  = Factor Carril  
 $F_{ca}$  = Factor de crecimiento acumulado

**Tabla 8 Cálculo de ESAL de diseño**

Tasa anual de crecimiento de Vehículos pesados	r	1.49%
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n	20
Factor de Crecimiento acumulado	Fca	23.10
Factor Direccional	Fd	0.5
Factor Carril	Fc	1
<b><math>N_{rep}</math> de EE<sub>8.2 ton</sub></b>		<b>865,374.62</b>

**Finalmente, el volumen de tráfico alcanza un ESAL de 865,374.62**

### **VIII. CONCLUSIONES**

Se concluye que el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 ton para el pavimento rígido del patio de maniobras de la Pesquera Hayduk – Coishco asciende a **865,374.62**



# **ANEXO 7**

## **DISEÑO DE PAVIMENTO**

# MEMORIA DE CALCULO – DISEÑO DE PAVIMENTO

## I. INTRODUCCION

Como parte del desarrollo de la investigación **“Influencia de la fibra de acero tréfil en las propiedades del concreto aplicado a losas industriales de pavimento rígido – Coishco - 2022”** se requiere su aplicación para obtención de los parámetros y características técnicas que permitan la comparación entre un pavimento rígido con un concreto convencional y un concreto con adición de 5% de fibra de acero tréfil.

El objeto de aplicación seleccionado fue la planta pesquera Hayduk - Coishco

## II. OBJETIVOS

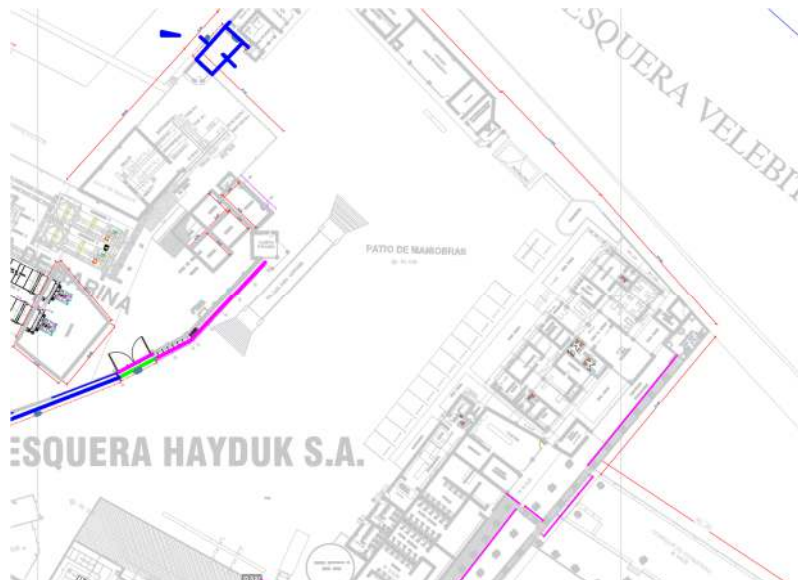
- Determinar el espesor de losa para el pavimento rígido del patio de maniobras de Hayduk – Coishco empleando un concreto convencional y un con concreto con adición de 5% de fibra tréfil.

## III. UBICACIÓN

<b>Departamento</b>	:	Ancash
<b>Provincia</b>	:	Santa
<b>Distrito</b>	:	Coishco
<b>Entidad</b>	:	Pesquera Hayduk
<b>Área</b>	:	Patio de Maniobras

## Figura 1

Ubicación de Patio de Maniobras de Hayduk Coishco



Fuente: Layout Hayduk – Coishco

## IV. NORMAS Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Manual de Carreteras RD N°10-2014-MTC/14
- Metodología AASHTO-93
- Manual de Ensayos y Materiales RD N° 18-2016-MTC/14

## V. DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

### 5.1.PARAMETRO DE DISEÑO

#### 5.1.1. PERIODO DE DISEÑO

Según el Manual de Suelos y Pavimentos (2014), el periodo mínimo de diseño para pavimento rígido es de **20 años**.

#### 5.1.2. TRANSITO

El caso en estudio tiene un volumen de tráfico ESAL de 865,374.62, por tanto y de acuerdo al Manual de Carreteras corresponde a la categoría A “Camino de bajo volumen de tránsito”

**Tabla 1**

*Número de Repeticiones Acumuladas  $EE_{8,2t}$*

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
$T_{P1}$	$> 150,000 \text{ EE} \leq 300,000 \text{ EE}$
$T_{P2}$	$> 300,000 \text{ EE} \leq 500,000 \text{ EE}$
$T_{P3}$	$> 500,000 \text{ EE} \leq 750,000 \text{ EE}$
$T_{P4}$	$> 750,000 \text{ EE} \leq 1'000,000 \text{ EE}$

Fuente: Cuadro 14.1 del Manual de Carreteras, 2014

Por tanto, el pavimento rígido para el patio de maniobra de Hayduk – Coishco corresponde al tipo  $T_{P4}$ .

### 5.1.3. SERVICIABILIDAD

**Tabla 2**

**Diferencial de Serviabilidad según tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL ( $P_i$ )	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL ( $P_f$ )	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta PSI$ )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	$T_{P1}$	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	$T_{P2}$	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	$T_{P3}$	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	$T_{P4}$	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10

Fuente: Cuadro 14.2 del Manual de Carreteras, 2014

Por tanto, el Índice de Serviabilidad final ( $P_f$ ) es de 2.00 y el Diferencial de Serviabilidad ( $\Delta PSI$ ) es de 2.10

### 5.1.4. CONFIABILIDAD (R) Y DESVIACION ESTANDAR ( $S_o$ )

**Tabla 3**

**Valores recomendados para R y  $S_o$**

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL ( $Z_R$ )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	$T_{P0}$	100,000	150,000	65%	-0.385
	$T_{P1}$	150,001	300,000	70%	-0.524
	$T_{P2}$	300,001	500,000	75%	-0.674
	$T_{P3}$	500,001	750,000	80%	-0.842
	$T_{P4}$	750,001	1,000,000	80%	-0.842

Fuente: Cuadro 14.5 del Manual de Carreteras, 2014



Por tanto, para el volumen de tráfico de nuestro caso de estudio el Nivel de Confiabilidad (R) es de 80% y la Desviación Estándar Norma ( $Z_R$ ) es de -0.842. Para la Desviación Estándar ( $S_o$ ) la Norma ASSHTO sugiere emplear valores en el rango de 0.3 a 0.4, por parte el Manual de Carreteras recomienda emplear  $S_o=0.35$ , el cual emplearemos.

#### 5.1.5. MODULO DE REACCION (K)

Se realizó el ensayo de CBR, el cual arrojó un valor de 12%, a partir de este se calculó el Módulo de Reacción “k” de la subrasante.

$$K = 46 + 9.08(\log(CBR))^{4.34}$$

$$K = 59.6 \text{ Mpa/m}$$

Este coeficiente incrementa con la capa granular de afirmado.

**Tabla 4**

**Valores K para Capa Granular**

K subrasante	Valores de K			
	Capa Granular			
	10 cm	15 cm	22.5 cm	30 cm
Mpa/m	Mpa/m	Mpa/m	Mpa/m	Mpa/m
20	23	26	32	38
40	45	49	57	66
60	64	66	76	90
80	87	90	100	117

Fuente: Guía Para el Diseño de Pavimentos, AASHTO 93

Extrapolando los valores, finalmente tenemos un factor K de 65.695 Mpa/m

#### 5.1.6. RESISTENCIA A LA FLEXOTRACCION DEL CONCRETO (Mr)

Para este parámetro se realizó los ensayos de laboratorio:

**Tabla 5**

##### Módulo de Rotura (Mr)

Espécimen	Módulo de Rotura (Mr)
Concreto Patrón	2.42 MPa
Concreto con 5% de fibra	3.74 MPa

Fuente: Resultados de Laboratorio

#### 5.1.7. MODULO ELASTICO DEL CONCRETO (E)

Para la determinación del Módulo Elástico aplicaremos la siguiente fórmula

$$E = 57\,000 \sqrt{f'c} \quad ; \quad (f'c \text{ en PSI})$$

**Tabla 6**

##### Módulo Elástico (Ec)

Espécimen	f'c	Módulo Elástico (Ec)
Concreto Patrón	314.18 kg/cm <sup>2</sup>	26271.60 MPa
Concreto con 5% de fibra	342.83 kg/cm <sup>2</sup>	27443.32 MPa

Fuente: Resultados de Laboratorio

#### 5.1.8. DRENAJE (Cd)

Para establecer el Coeficiente de Drenaje (Cd) se revisaron las condiciones de funcionamiento del pavimento. La zona corresponde al patio de maniobras, cuenta con pendiente a las canaletas cercanas. En consecuencia, la calidad de drenaje se califica como “Bueno”.

**Tabla 7**

**Condiciones de Drenaje**

Calidad de Drenaje	50% de saturación en:	85% de saturación en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Insuficiente	1 mes	mas de 10 horas
Muy Insuficiente	El agua no drena	mucho mas de 10 horas

Fuente: Cuadro 14.8 del Manual de Carreteras, 2014

Asimismo, el patio de maniobras es una zona seca y por su ubicación geográfica esta expuesto a bajas precipitaciones.

**Tabla 8**

**Coefficiente de Drenaje**

Calidad de drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Insuficiente	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Insuficiente	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: Cuadro 14.9 del Manual de Carreteras, 2014

Por tanto, el Coeficiente de Drenaje corresponde a 1.10

**5.1.9. TRANSFERENCIA DE CARGA (J)**

El pavimento rígido, debido a su área, tendrá juntas de dilatación.

**Tabla 9**

**Coefficiente de Transmisión de Carga J**

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
	3.2	3.8 - 4.4	2.8	3.8

Fuente: Cuadro 14.10 del Manual de Carreteras, 2014

El coeficiente de transmisión de carga (J) es de 2.8

### 5.1.10. DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DE PAVIMENTO

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

Para el cálculo del espesor se aplica la siguiente fórmula:

Donde:

- $W_{8.2}$  = número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del período de diseño
- $Z_R$  = desviación normal estándar
- $S_o$  = error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento
- $D$  = espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- $\Delta PSI$  = diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- $P_t$  = índice de serviciabilidad o servicio final
  
- $M_r$  = resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz)
- $C_d$  = coeficiente de drenaje
- $J$  = coeficiente de transmisión de carga en las juntas
- $E_c$  = módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
- $K$  = módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

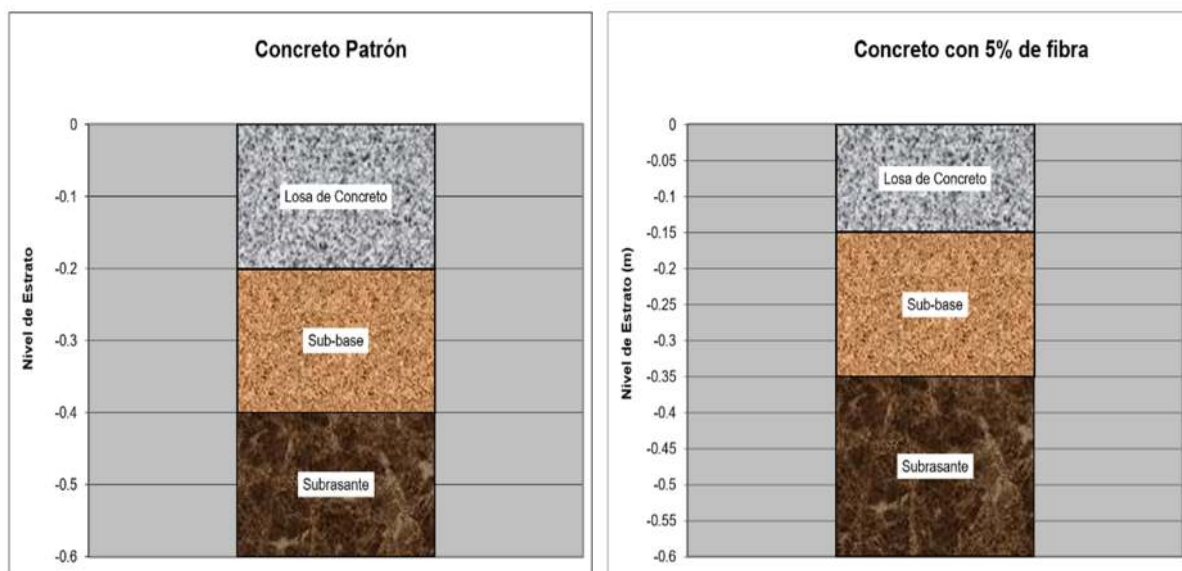
**Tabla 1**

**Resumen del diseño**

Parámetro		Concreto Patrón	Concreto con 5% de fibra
ESAL	W18	865,374.62	
Diferencial de Serviciabilidad	PSI	2.1	
Desviación Estándar Normal	ZR	-0.842	
Módulo de Reacción (Mpa/m)	K	65.7	
Módulo de Elasticidad del concreto (Mpa)	Ec	26271.60	27443.32
Coefficiente de Drenaje (Mpa)	Cd	1.1	
Coefficiente de Transmisión de Carga	J	2.8	
Desviación Estándar	So	0.35	
Índice de Serviciabilidad Final	Pt	2	
Módulo de Rotura (Mpa)	Mr	2.42	3.79
Espesor de losa (mm)	D	195.38	144.52

**Figura 2**

**Estructura de Pavimento Rígido Patrón y Pavimento Rígido con 5% de fibra**



## VI. CONCLUSIONES

- Se determina que para la demanda de tráfico de ESAL 865,374.62, se requiere un espesor de losa de 20cm empleando un concreto convencional
- Se determina que para la demanda de tráfico de ESAL 865,374.62, se requiere un espesor de losa de 15 cm empleando un concreto con 5% de fibra de acero trefil
- La adición de fibra de acero trefil en un 5% incrementa el Módulo de elasticidad del concreto de 26271.60Mpa a 27443.32Mpa, es decir incrementa en un 4.46%
- La adición de fibra de acero trefil en un 5% incrementa el Módulo de elasticidad del concreto de 2.49Mpa a 3.79Mpa, es decir incrementa en un 52.2%





# **ANEXO 8**

## **ANÁLISIS DE PRECIOS**

### **UNITARIOS PARA UN**

### **PAVIMENTO RÍGIDO CON**

### **CONCRETO CONVENCIONAL**

## Análisis de Costos Unitarios

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES  
 DE PAVIMENTO RÍGIDO- COISHCO - 2022"  
 PRESUPUESTO 1.0 : PAVIMENTO RÍGIDO CONVENCIONAL  
 PROPIETARIO : PROYECTOS  
 UBICACION : DPTO: ANCASH PROV: SANTA DIST: COISHCO  
 FECHA PROYECTO : 02/12/2024

Partida: 1.1.1 TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR

Rendimiento: 1000 m²/Día

Costo unitario por m² 1.79

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.85</b>
470020005	OFICIAL	hh	1.0000	0.0080	22.4800	0.18
470020003	PEON	hh	1.0000	0.0080	20.2300	0.16
470020004	TOPOGRAFO	hh	2.0000	0.0160	31.7800	0.51
<b>MATERIALES</b>						<b>0.66</b>
300010101	YESO BOLSA 18 kg	bol	-	0.0300	16.0200	0.48
430020004	MADERA TORNILLO	p²	-	0.0200	8.8900	0.18
<b>EQUIPO</b>						<b>0.28</b>
480020013	TEODOLITO ELECTRONICO DIGITAL	hm	1.0000	0.0080	15.0000	0.12
370020004	MIRAS Y JALONES	hm	1.0000	0.0080	6.5000	0.05
480020010	NIVEL TOPOGRÁFICO	hm	1.0000	0.0080	10.0000	0.08
370020005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	0.8500	0.03

Partida: 1.2.1.1 CORTE DE PLATAFORMA EN MATERIAL SUELTO CON MAQUINARIA PESADA

Rendimiento: 280 m³/Día

Costo unitario por m³ 8.14

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1.80</b>
470020005	OFICIAL	hh	1.0000	0.0286	22.4800	0.64
470020003	PEON	hh	2.0000	0.0571	20.2300	1.16
<b>EQUIPO</b>						<b>6.34</b>
370020005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	1.8000	0.05
480010043	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0286	220.0000	6.29

Partida: 1.2.2.1 PREPARACION DE SUB-RASANTE C/MAQUINA PESADO

Rendimiento: 1500 m²/Día

Costo unitario por m² 3.22

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.44</b>
470020005	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	22.4800	0.12
470020003	PEON	hh	3.0000	0.0160	20.2300	0.32
<b>EQUIPO</b>						<b>2.78</b>
370020005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	0.4400	0.01
480010045	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T	hm	1.0000	0.0053	160.0000	0.85
480010044	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0053	222.5000	1.18
480010053	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2000 GL	hm	1.0000	0.0053	140.0000	0.74

Partida: 1.2.3.1 BASE DE AFIRMADO E=0.20M

Rendimiento: 1000 m²/Día

Costo unitario por m² 13.84

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1.61</b>
470020002	OPERARIO	hh	2.0000	0.0160	28.8900	0.46
470020005	OFICIAL	hh	1.0000	0.0080	22.4800	0.18
470020003	PEON	hh	6.0000	0.0480	20.2300	0.97
<b>MATERIALES</b>						<b>8.00</b>
380010002	AFIRMADO	m³	-	0.2500	32.0000	8.00
<b>EQUIPO</b>						<b>4.23</b>
370020005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	1.6100	0.05
480010045	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T	hm	1.0000	0.0080	160.0000	1.28
480010044	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0080	222.5000	1.78
480010053	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2000 GL	hm	1.0000	0.0080	140.0000	1.12

Partida: 1.2.4.1 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento:320 m³/Día

Costo unitario por m³ 18.14

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>2.08</b>
470020005	OFICIAL	hh	1.0000	0.0250	22.4800	0.56
470020003	PEON	hh	3.0000	0.0750	20.2300	1.52
<b>EQUIPO</b>						<b>16.06</b>
370020005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	2.0800	0.06
490020002	CAMION VOLQUETE DE 15 m³	hm	3.0000	0.0750	140.0000	10.50
480010043	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0250	220.0000	5.50

Partida: 1.3.1 CONCRETO f'c=280 kg/cm² - PAVIMENTO RÍGIDO

Rendimiento:20 m³/Día

Costo unitario por m³ 513.69

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>105.84</b>
470020001	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	28.8900	11.56
470020002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	28.8900	11.56
470020005	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	22.4800	17.98
470020003	PEON	hh	8.0000	3.2000	20.2300	64.74
<b>MATERIALES</b>						<b>365.07</b>
050020004	PIEDRA CHANCADA 1/2" PUESTO EN OBRA	m³	-	0.6300	60.0000	37.80
040020003	ARENA GRUESA	m³	-	0.5300	32.5000	17.23
210020002	CEMENTO PORTLAND TIPO MS	bol	-	11.0200	27.9700	308.23
390010133	AGUA PUESTA EN OBRA	m³	-	0.2170	8.3300	1.81
<b>EQUIPO</b>						<b>42.78</b>
370020005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	105.8400	3.18
480010025	MEZCLADORA DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11P3	hm	1.0000	0.4000	86.5000	34.60
480020012	VIBRADOR DE CONCRETO 5.5 HP 1 1/2" X 6M	hm	1.0000	0.4000	12.5000	5.00

Partida: 1.3.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - PAVIMENTO RÍGIDO

Rendimiento:25 m²/Día

Costo unitario por m² 59.38

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>19.67</b>
470020002	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	28.8900	9.24
470020005	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	22.4800	7.19
470020003	PEON	hh	0.5000	0.1600	20.2300	3.24
<b>MATERIALES</b>						<b>39.12</b>
020020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	-	0.5000	4.2400	2.12
020010007	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg	-	0.1300	4.2400	0.55
430020004	MADERA TORNILLO	p²	-	4.1000	8.8900	36.45
<b>EQUIPO</b>						<b>0.59</b>
370020005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	19.6700	0.59

Partida: 1.3.3 ACERO CORRUGADO Fy= 4,200 KG/CM² GRADO 60 - PAVIMENTO RÍGIDO

Rendimiento:250 kg/Día

Costo unitario por kg 6.54

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1.64</b>
470020002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	28.8900	0.92
470020005	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	22.4800	0.72
<b>MATERIALES</b>						<b>4.66</b>
030020002	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm² GRADO 60	kg	-	1.0500	4.1900	4.40
020020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	-	0.0600	4.2900	0.26
<b>EQUIPO</b>						<b>0.24</b>
370010026	CIZALLA P/CORTE DE FIERRO	hm	1.0000	0.0320	7.5000	0.24

Partida: 1.3.4 CURADO DE CONCRETO HORIZONTAL - ADITIVO - PAVIMENTO RÍGIDO

Rendimiento:400 m²/Día

Costo unitario por m² 2.26

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.45</b>
470020005	OFICIAL	hh	1.0000	0.0200	22.4800	0.45
<b>MATERIALES</b>						<b>1.80</b>
390010176	CURADOR DE CONCRETO (ADITIVO MENBRANIL)	m²	-	0.0625	28.7300	1.80
<b>EQUIPO</b>						<b>0.01</b>
370020005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	0.4500	0.01

Partida: 1.3.5 CORTE Y SELLADO DE JUNTAS DE CONTRACCION - PAVIMENTO RÍGIDO e= 5mm y h= 50mm		Rendimiento:80 m/Día				
Costo unitario por m						15.60
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						9.19
470020002	OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	28.8900	2.89
470020005	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	22.4800	2.25
470020003	PEON	hh	2.0000	0.2000	20.2300	4.05
MATERIALES						3.43
600010003	ADHESIVO Y SELLANTE ELASTOMERICO A BASE DE POLIURETANO TUBO DE 300ML	und	-	0.0720	36.3600	2.62
390010266	BACKER ROD (COLA DE RATÓN)	m	-	1.0300	0.7600	0.78
370010031	DISCO DE CORTE DE CONCRETO	und	-	0.0012	25.0000	0.03
EQUIPO						2.98
370020005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	9.1900	0.28
010021272	CORTADORA PARA PAVIMENTOS	hm	1.0000	0.1000	15.0000	1.50
390010256	PISTOLA APLICADOR DE SELLANTE	hm	1.0000	0.1000	12.0000	1.20



# **ANEXO 9**

## **PRESUPUESTO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO CON CONCRETO CONVENCIONAL**

PRESUPUESTO DE OBRA

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RÍGIDO- COISHCO - 2022"

PRESUPUESTO 1.0 : PAVIMENTO RÍGIDO CONVENCIONAL

PROPIETARIO : PROYECTOS

UBICACION : DPTO: ANCASH PROV: SANTA DIST: COISHCO

FECHA PROYECTO : 02/12/2024

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
1.0	PAVIMENTO RÍGIDO CONVENCIONAL					12,972.63
1.1	TRABAJOS PRELIMINARES					114.56
1.1.1	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m²	64.00	1.79	114.56	
1.2	MOVIMIENTOS DE TIERRAS					1,880.70
1.2.1	EXCAVACIONES					208.38
1.2.1.1	CORTE DE PLATAFORMA EN MATERIAL SUELTO CON MAQUINARIA PESADA	m³	25.60	8.14	208.38	
1.2.2	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO					206.08
1.2.2.1	PREPARACION DE SUB-RASANTE C/.MAQUINA PESADO	m²	64.00	3.22	206.08	
1.2.3	RELLENOS					885.76
1.2.3.1	BASE DE AFIRMADO E=0.20M	m²	64.00	13.84	885.76	
1.2.4	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					580.48
1.2.4.1	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m³	32.00	18.14	580.48	
1.3	CONCRETO ARMADO					10,977.37
1.3.1	CONCRETO f <sub>c</sub> =280 ka/cm2 - PAVIMENTO RÍGIDO	m³	12.80	513.69	6,575.23	
1.3.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - PAVIMENTO RÍGIDO	m²	6.40	59.38	380.03	
1.3.3	ACERO CORRUGADO F <sub>y</sub> = 4,200 KG/CM2 GRADO 60 - PAVIMENTO RÍGIDO	kg	554.72	6.54	3,627.87	
1.3.4	CURADO DE CONCRETO HORINZONTAL - ADITIVO - PAVIMENTO RÍGIDO	m²	64.00	2.26	144.64	
1.3.5	CORTE Y SELLADO DE JUNTAS DE CONTRACCION - PAVIMENTO RÍGIDO e= 5mm v h= 50mm	m	16.00	15.60	249.60	

Costo Directo		12,972.63
Gastos Generales	10%	1,297.26
Utilidad	10.00%	1,297.26
Parcial		15,567.15
I.G.V.	18.00%	2,802.09
TOTAL :		18,369.24

[Son: dieciocho mil trescientos sesenta y nueve Soles con veinticuatro céntimos]





**ANEXO 10**

**ANÁLISIS DE PRECIOS**

**UNITARIOS PARA UN**

**PAVIMENTO RÍGIDO CON**

**CONCRETO CON FIBRA DE**

**ACERO TRÉFIL**

## Análisis de Costos Unitarios

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES  
 DE PAVIMENTO RÍGIDO- COISHCO - 2022"  
 PRESUPUESTO 2.0 : PAVIMENTO RÍGIDO + FIBRA  
 PROPIETARIO : PROYECTOS  
 UBICACION : DPTO: ANCASH PROV: SANTA DIST: COISHCO  
 FECHA PROYECTO : 02/12/2024

Partida: 2.1.1 TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR

Rendimiento: 1000 m²/Día

Costo unitario por m² **1.79**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.85</b>
470020005	OFICIAL	hh	1.0000	0.0080	22.4800	0.18
470020003	PEON	hh	1.0000	0.0080	20.2300	0.16
470020004	TOPOGRAFO	hh	2.0000	0.0160	31.7800	0.51
<b>MATERIALES</b>						<b>0.66</b>
300010101	YESO BOLSA 18 kg	bol	-	0.0300	16.0200	0.48
430020004	MADERA TORNILLO	p²	-	0.0200	8.8900	0.18
<b>EQUIPO</b>						<b>0.28</b>
480020013	TEODOLITO ELECTRONICO DIGITAL	hm	1.0000	0.0080	15.0000	0.12
370020004	MIRAS Y JALONES	hm	1.0000	0.0080	6.5000	0.05
480020010	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0080	10.0000	0.08
370020005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	0.8500	0.03

Partida: 2.2.1.1 CORTE DE PLATAFORMA EN MATERIAL SUELTO CON MAQUINARIA PESADA

Rendimiento: 280 m³/Día

Costo unitario por m³ **8.14**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1.80</b>
470020005	OFICIAL	hh	1.0000	0.0286	22.4800	0.64
470020003	PEON	hh	2.0000	0.0571	20.2300	1.16
<b>EQUIPO</b>						<b>6.34</b>
370020005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	1.8000	0.05
480010043	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0286	220.0000	6.29

Partida: 2.2.2.1 PREPARACION DE SUB-RASANTE C/MAQUINA PESADO

Rendimiento: 1500 m²/Día

Costo unitario por m² **3.22**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.44</b>
470020005	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	22.4800	0.12
470020003	PEON	hh	3.0000	0.0160	20.2300	0.32
<b>EQUIPO</b>						<b>2.78</b>
370020005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	0.4400	0.01
480010045	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T	hm	1.0000	0.0053	160.0000	0.85
480010044	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0053	222.5000	1.18
480010053	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2000 GL	hm	1.0000	0.0053	140.0000	0.74

Partida: 2.2.3.1 BASE DE AFIRMADO E=0.20M

Rendimiento: 1000 m²/Día

Costo unitario por m² **13.84**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>1.61</b>
470020002	OPERARIO	hh	2.0000	0.0160	28.8900	0.46
470020005	OFICIAL	hh	1.0000	0.0080	22.4800	0.18
470020003	PEON	hh	6.0000	0.0480	20.2300	0.97
<b>MATERIALES</b>						<b>8.00</b>
380010002	AFIRMADO	m³	-	0.2500	32.0000	8.00
<b>EQUIPO</b>						<b>4.23</b>
370020005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	1.6100	0.05
480010045	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T	hm	1.0000	0.0080	160.0000	1.28
480010044	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0080	222.5000	1.78
480010053	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2000 GL	hm	1.0000	0.0080	140.0000	1.12

Partida: 2.2.4.1 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento:320 m³/Día

Costo unitario por m³ 18.14

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>2.08</b>
470020005	OFICIAL	hh	1.0000	0.0250	22.4800	0.56
470020003	PEON	hh	3.0000	0.0750	20.2300	1.52
<b>EQUIPO</b>						<b>16.06</b>
370020005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	2.0800	0.06
490020002	CAMION VOLQUETE DE 15 m³	hm	3.0000	0.0750	140.0000	10.50
480010043	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd³	hm	1.0000	0.0250	220.0000	5.50

Partida: 2.3.1 CONCRETO f'c=280 kg/cm² - PAVIMENTO RÍGIDO

Rendimiento:20 m³/Día

Costo unitario por m³ 1,009.92

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>105.84</b>
470020001	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	28.8900	11.56
470020002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	28.8900	11.56
470020005	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	22.4800	17.98
470020003	PEON	hh	8.0000	3.2000	20.2300	64.74
<b>MATERIALES</b>						<b>861.30</b>
050020004	PIEDRA CHANCADA 1/2" PUESTO EN OBRA	m³	-	0.6300	60.0000	37.80
040020003	ARENA GRUESA	m³	-	0.5300	32.5000	17.23
210020002	CEMENTO PORTLAND TIPO MS	bol	-	11.0200	27.9700	308.23
390010133	AGUA PUESTA EN OBRA	m³	-	0.2170	8.3300	1.81
300010345	FIBRA DE ACERO TREFILADO	kg	-	23.4180	21.1900	496.23
<b>EQUIPO</b>						<b>42.78</b>
370020005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	105.8400	3.18
480010025	MEZCLADORA DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11P3	hm	1.0000	0.4000	86.5000	34.60
480020012	VIBRADOR DE CONCRETO 5.5 HP 1 1/2" X 6M	hm	1.0000	0.4000	12.5000	5.00

Partida: 2.3.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - PAVIMENTO RÍGIDO

Rendimiento:25 m²/Día

Costo unitario por m² 59.38

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>19.67</b>
470020002	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	28.8900	9.24
470020005	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	22.4800	7.19
470020003	PEON	hh	0.5000	0.1600	20.2300	3.24
<b>MATERIALES</b>						<b>39.12</b>
020020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	-	0.5000	4.2400	2.12
020010007	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg	-	0.1300	4.2400	0.55
430020004	MADERA TORNILLO	p²	-	4.1000	8.8900	36.45
<b>EQUIPO</b>						<b>0.59</b>
370020005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	19.6700	0.59

Partida: 2.3.3 CURADO DE CONCRETO HORIZONTAL - ADITIVO - PAVIMENTO RÍGIDO

Rendimiento:400 m²/Día

Costo unitario por m² 2.26

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>0.45</b>
470020005	OFICIAL	hh	1.0000	0.0200	22.4800	0.45
<b>MATERIALES</b>						<b>1.80</b>
390010176	CURADOR DE CONCRETO (ADITIVO MENBRANIL)	m²	-	0.0625	28.7300	1.80
<b>EQUIPO</b>						<b>0.01</b>
370020005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	0.4500	0.01

Partida: 2.3.4 CORTE Y SELLADO DE JUNTAS DE CONTRACCION - PAVIMENTO RÍGIDO e= 5mm y h= 50mm		Rendimiento:80 m/Día				
Costo unitario por m						15.60
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>9.19</b>
470020002	OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	28.8900	2.89
470020005	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	22.4800	2.25
470020003	PEON	hh	2.0000	0.2000	20.2300	4.05
<b>MATERIALES</b>						<b>3.43</b>
600010003	ADHESIVO Y SELLANTE ELASTOMERICO A BASE DE POLIURETANO TUBO DE 300ML	und	-	0.0720	36.3600	2.62
390010266	BACKER ROD (COLA DE RATÓN)	m	-	1.0300	0.7600	0.78
370010031	DISCO DE CORTE DE CONCRETO	und	-	0.0012	25.0000	0.03
<b>EQUIPO</b>						<b>2.98</b>
370020005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	9.1900	0.28
010021272	CORTADORA PARA PAVIMENTOS	hm	1.0000	0.1000	15.0000	1.50
390010256	PISTOLA APLICADOR DE SELLANTE	hm	1.0000	0.1000	12.0000	1.20



# **ANEXO 11**

## **PRESUPUESTO PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO CON CONCRETO CON FIBRA DE ACERO TRÉFIL**

## PRESUPUESTO DE OBRA

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RÍGIDO- COISHCO - 2022"  
 PRESUPUESTO 2.0 : PAVIMENTO RÍGIDO + FIBRA  
 PROPIETARIO : PROYECTOS  
 UBICACION : DPTO: ANCASH PROV: SANTA DIST: COISHCO  
 FECHA PROYECTO : 02/12/2024

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
2.0	<b>PAVIMENTO RÍGIDO + FIBRA</b>					<b>12,271.15</b>
2.1	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>					<b>114.56</b>
2.1.1	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m <sup>2</sup>	64.00	1.79	114.56	
2.2	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS</b>					<b>1,782.10</b>
2.2.1	<b>EXCAVACIONES</b>					<b>182.34</b>
2.2.1.1	CORTE DE PLATAFORMA EN MATERIAL SUELTO CON MAQUINARIA PESADA	m <sup>3</sup>	22.40	8.14	182.34	
2.2.2	<b>NIVELACION INTERIOR Y APISONADO</b>					<b>206.08</b>
2.2.2.1	PREPARACION DE SUB-RASANTE C/.MAQUINA PESADO	m <sup>2</sup>	64.00	3.22	206.08	
2.2.3	<b>RELLENOS</b>					<b>885.76</b>
2.2.3.1	BASE DE AFIRMADO E=0.20M	m <sup>2</sup>	64.00	13.84	885.76	
2.2.4	<b>ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE</b>					<b>507.92</b>
2.2.4.1	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m <sup>3</sup>	28.00	18.14	507.92	
2.3	<b>CONCRETO ARMADO</b>					<b>10,374.49</b>
2.3.1	CONCRETO f <sub>c</sub> =280 ka/cm <sup>2</sup> - PAVIMENTO RÍGIDO	m <sup>3</sup>	9.60	1,009.92	9,695.23	
2.3.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - PAVIMENTO RÍGIDO	m <sup>2</sup>	4.80	59.38	285.02	
2.3.3	CURADO DE CONCRETO HORINZONTAL - ADITIVO - PAVIMENTO RÍGIDO	m <sup>2</sup>	64.00	2.26	144.64	
2.3.4	CORTE Y SELLADO DE JUNTAS DE CONTRACCION - PAVIMENTO RÍGIDO e= 5mm y h= 50mm	m	16.00	15.60	249.60	

Costo Directo		12,271.15
Gastos Generales	10%	1,227.12
Utilidad	10.00%	1,227.12
Parcial		14,725.39
I.G.V.	18.00%	2,650.57
<b>TOTAL :</b>		<b>17,375.96</b>

[Son: diecisiete mil trescientos setenta y cinco Soles con noventa y seis céntimos]





# **ANEXO 12**

## **CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA**

## CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA (ENSAYOS A COMPRESIÓN)

### Planteamiento:

Se desea calcular el número de muestras mínimo para obtener una muestra representativa para obtener el promedio de resistencia a compresión de probetas, con un nivel de confianza del 90%, una desviación estándar y error máximo de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones E-060 Concreto Armado.

Según RNE-E-060 Concreto Armado:

En el Ítem 5.3 para dosificación en mezclas de prueba indica en el sub- ítem 5.3.1 Desviación estándar indica que cuando se dispone de registros de ensayos, debe establecerse la desviación estándar de la muestra,  $S_s$ . Los registros de ensayos a partir de los cuales se calcula  $S_s$ , deben cumplir las siguientes condiciones:

(b) Deben representar a concretos producidos para lograr una resistencia o resistencias especificadas, dentro del rango de  $\pm 7$  MPa de  $f'_c$ .

(c) Deben consistir en al menos 30 ensayos consecutivos, o de dos grupos de ensayos consecutivos totalizando al menos 30 ensayos como se define en 5.6.2.3, excepto por lo especificado en 5.3.1.2.

En el Ítem 5.6.3.3 indica que la resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactoria si cumple con los dos requisitos siguientes:

(a) Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos es igual o superior a  $f'_c$ .

(b) Ningún resultado individual del ensayo de resistencia (promedio de dos cilindros) es menor que  $f'_c$  en más de 3,5 MPa cuando  $f'_c$  es 35 MPa o menor, o en más de 0,1  $f'_c$  cuando  $f'_c$  es mayor a 35 MPa.

Con estas consideraciones, calculamos el tamaño de la muestra, para ello empleamos la siguiente fórmula.

$$n = \left( \frac{Z \cdot \sigma}{E} \right)^2$$

Donde:

n: Número de Muestras

Z: Factor correspondiente a un 90% del nivel de confianza=1.645

$\sigma$ : Desviación Estándar= 7 MPa

E: Error Máximo= 3.5 MPa

$$n = \left( \frac{1.645 \cdot 7}{3.5} \right)^2 = 11 \text{ muestras, por practicidad tomaremos 12 muestras.}$$

**Resultados:**

De acuerdo al RNE – E060 Concreto Armado, se solicita al menos 30 ensayos consecutivos, por lo tanto, se toma para el presente estudio una muestra de 30 probetas para obtener el promedio de resistencia a compresión del concreto con adición de fibra de acero trefil con el porcentaje óptimo.

Para el caso de caso del resto de probetas se tomará de acuerdo al reglamento 3 ensayos consecutivos, y serán ensayadas a los 7,14,21 y 28 días.

Esto conforma un total de 78 probetas, según se detalla en la tabla que se adjunta.

<b>Ensayo de resistencia a la compresión</b>	<b>N° de probetas</b>
Concreto patrón	12
Concreto reforzado con 3 % de fibras de acero trefil	12
Concreto reforzado con 5 % de fibras de acero trefil	12
Concreto reforzado con 8 % de fibras de acero trefil	12
Concreto reforzado con porcentaje de fibra optimo	30

## CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA (ENSAYOS A FLEXIÓN)

### Planteamiento:

Se desea calcular el número de muestras mínimo para obtener una muestra representativa para obtener el promedio de resistencia a flexión de vigas, con un nivel de confianza del 90%, una desviación estándar y error máximo de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones E-060 Concreto Armado.

Para aplicar la fórmula utilizaremos como referencia los parámetros establecidos para el ensayo a compresión, y utilizaremos una formula referencial indicada en el RNE-E-060 Concreto Armado, para la resistencia a flexión.

Para calcular los parámetros de la resistencia a flexión, utilizamos la siguiente formula, indicada en el ítem 9.6.2.3.

$$f_r = 0,62 \sqrt{f'_c}$$

Dando como resultado lo siguiente:

$$\sigma: \text{Desviación Estándar} = 0.62 * \sqrt{7} = 1.64 \text{ MPa}$$

$$E: \text{Error Máximo} = 0.62 * \sqrt{3.5} = 1.16 \text{ MPa}$$

Con estas consideraciones, calculamos el tamaño de la muestra, para ello empleamos la siguiente fórmula.

$$n = \left( \frac{Z \cdot \sigma}{E} \right)^2$$

$$n = \left( \frac{1.645 * 1.64}{1.16} \right)^2 = 6 \text{ muestras.}$$

### Resultados:

De acuerdo al RNE – E060 Concreto Armado, se solicita al menos 30 ensayos consecutivos, por lo tanto, se toma para el presente estudio una muestra de 30 probetas para obtener el promedio de resistencia a flexión del concreto con adición de fibra de acero treñil con el porcentaje óptimo.

Para el caso de caso del resto de probetas se tomará de acuerdo al reglamento 3 ensayos consecutivos, y serán ensayadas a los 7 y 28 días.

Esto conforma un total de 54 vigas, según se detalla en la tabla que se adjunta.

Ensayo de resistencia a la flexión	Nº de Vigas
Concreto patrón	6
Concreto reforzado con 3 % de fibras de acero treñil	6
Concreto reforzado con 5 % de fibras de acero treñil	6
Concreto reforzado con 8 % de fibras de acero treñil	6
Concreto reforzado con porcentaje de fibra optimo	30



# **ANEXO 13**

## **OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

## Operacionalización De Las Variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	HERRAMIENTAS	METODOS
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>						
<b>Fibra de Acero Trefil</b>	<b>Según Sika (2017)</b> , son fibras de acero trefilado de alta calidad para reforzamiento del concreto usado en losas de concreto tradicional e industriales y elementos de concreto pre-fabricado, especialmente encoladas (pegadas) para facilitar la homogenización en el concreto durante el mezclado, evitando la aglomeración de las fibras individuales.	Consiste en la adición de la fibra de acero trefil al concreto de resistencia $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ en porcentajes de 3%, 5% y 8% a fin de determinar el porcentaje óptimo.	Cantidad de fibra de acero trefil	Peso	Balanza electronica	Medición del peso de la fibra de acero trefil respecto al peso del cemento
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>						
<b>Propiedades del concreto para Pavimentos Rígidos</b>	El concreto posee dos estados, el estado fresco y el estado endurecido, cada uno de estos posee distintas propiedades ya que varían en comportamiento y uso. En cuanto a las propiedades de concreto en estado endurecido está la resistencia: Es la capacidad que tendrá el concreto de resistir a las diferentes sollicitaciones siendo las principales: Resistencia a la compresión, flexión y tracción. La propiedad sobresaliente del concreto es la resistencia a la compresión.	Consiste en determinar la influencia de la adición de la fibra trefil en proporciones del 3%, 5% y 8% en las propiedades de resistencia a la compresión y flexión para efectuar la propuesta de diseño para losa de pavimento rígido	Resistencia a la compresión  Resistencia a la flexión	Esfuerzo  Esfuerzo	Prensa para ensayo de compresión  Prensa para ensayo de flexión	Ensayo de resistencia a la compresión  Ensayo de resistencia a la flexión





## **ANEXO 14**

# **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

## Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
TÍTULO	FORMULACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
“INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RÍGIDO-COISHCO - 2022”	<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS PRINCIPAL</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>
	¿Cómo influirá adicionar las fibras de acero trefil en el concreto para el diseño de losas industriales aplicado a pavimentos rígidos en Coishco?	Determinar la influencia de la fibra de acero trefil en las propiedades del concreto para losas industriales aplicadas a pavimentos rígidos.	Al adicionar un porcentaje de fibra de acero trefil influye en las propiedades del concreto, mejorando la resistencia a la compresión y flexión.	Fibra de Acero Trefil
	<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>
	¿Cuál será el según el diseño de mezcla para un concreto patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2$ y un concreto adicionando 3%, 5% y 8% de fibra de acero trefil?	Realizar un diseño de mezcla para el concreto patrón de resistencia $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ y para un concreto adicionando el 3%, 5% y 8% de fibra de acero trefil.	Con la adición de fibra de acero trefil se obtendrá una dosificación con menor cantidad de cemento.	Propiedades del concreto para pavimentos Rígidos.
	¿Cuál será la resistencia a la compresión y flexión de un concreto convencional y uno con fibra de acero trefil?	Determinar la resistencia a la compresión y flexión del concreto convencional y con adición de fibra de acero trefil.	Se obtendrá un aumento en la resistencia a la compresión del concreto y flexión con la adición del 3%, 5% y 8% de fibra de acero trefil.	
	¿Cuál será el porcentaje óptimo de fibra de acero trefil para mejorar la resistencia a la compresión y flexión de un concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ ?	Determinar el porcentaje óptimo de fibra de acero trefil para mejorar la resistencia a la compresión y flexión de un concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .	El porcentaje optimo según de fibra de acero trefil oscila entre 3% a 8%.	
	¿Cuál será la relación matemática entre los valores de resistencia y la cantidad de fibra de acero trefil?	Establecer una relación matemática que estime los valores de resistencia con la adición de fibra de acero trefil.	Se obtendrá una curva parabólica del cual de obtendrá el porcentaje óptimo de adición de fibra de acero trefil.	
	¿Mejorará el diseño de pavimento rígido convencional con la adición de fibra de acero trefil?	Comparar el diseño de pavimento rígido con adición de fibra de acero trefil y uno convencional para losas industriales en Coishco.	Con la adición de fibra de acero trefil se reduce el espesor de pavimento rígido.	



# **ANEXO 15**

## **GRANULOMETRÍA DEL SUELO**

### **DE LA SUBRASANTE**



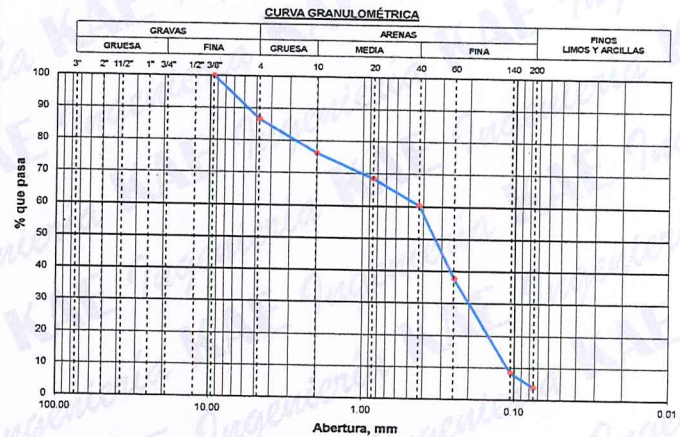
Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Presentación de Servicios Generales

**TESIS** : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO  
**ALUMNOS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RÍGIDO - COISHCO - 2022**  
**REGISTRO N°** : CC-IFAT-GRA-C1  
**PÁGINA N°** : 01 de 01  
**SOLICITA** : BACH. IPARRAGUIRRE LÓPEZ DENNIS ANTHONY  
BACH. DIOSES GRANADOS ANTHONY JUNIOR  
**UBICACIÓN** : Distrito: Coishco; Provincia: Santa; Departamento: Ancash  
**FECHA** : 07/09/2024

**ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

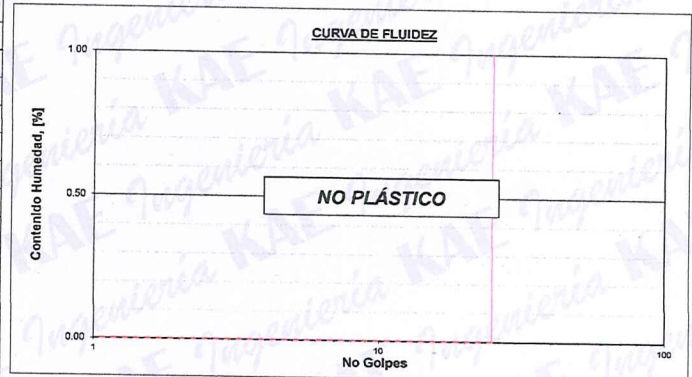
Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Gravas, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación SUCS
Calicata : C-01 Muestra : M-1 Estrato : 0.30 a 1.50	Peso Inicial Seco (gr) = 631.1 Peso Mat. < N°4 (gr) = 546.5 Peso de Fracción (gr) = 546.5	Grava (No.4 < Diam < 3") = 13.41% Arena (No.200 < Diam < No.4) = 82.73% Finos (Diam < No.200) = 3.86%	D60 (mm) = 0.42 D30 (mm) = 0.20 D10 (mm) = 0.11	SP (Arena Mal Graduada) Clasificación AASHTO A-3 (0)

ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL%	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75.000	3"				
50.000	2"				
37.500	1 1/2"				
25.000	1"				
19.000	3/4"				
12.500	1/2"				
9.500	3/8"	0	0.0	0.0	100.00
4.750	N° 4	85	13.4	13.4	86.59
2.000	N° 10	65.40	10.4	23.8	76.23
0.850	N° 20	49.30	7.8	31.6	68.42
0.425	N° 40	51.40	8.1	39.7	60.28
0.250	N° 60	142.60	22.6	62.3	37.69
0.106	N° 140	184.90	29.3	91.6	8.39
0.075	N° 200	28.60	4.5	96.1	3.86
	FONDO	24.30	3.9	100.0	



**ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO**  
(ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO			
N° Tarro			
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.		
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.		
Peso De Agua	gr.		
Peso Del Tarro	gr.		
Peso Del Suelo Seco	gr.		
Contenido De Humedad	%		
Número De Golpes	N°		
LÍMITE PLÁSTICO			
N° Tarro			
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.		
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.		
Peso De Agua	gr.		
Peso Del Tarro	gr.		
Peso Del Suelo Seco	gr.		
Contenido De Humedad	%		



Límite Líquido N.P.  
Límite Plástico N.P.  
Índice Plasticidad N.P.

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL**  
(ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"		Tara N°	
		T - 10	T - 03
Peso Tara	gr.	54.30	61.20
Peso Tara + Suelo Húmedo	gr.	472.10	598.20
Peso Tara + Suelo Seco	gr.	444.20	559.60
Peso Agua	gr.	27.90	38.60
Peso Suelo Seco	gr.	389.90	498.40
Contenido de Humedad	%	7.16	7.74
Contenido de Humedad Promedio	%	7.45	



Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 216087





# **ANEXO 16**

## **CÁLCULO DEL CBR DE LA SUBRASANTE**





Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DS

TESIS	: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RÍGIDO - COISHCO - 2022	REGISTRO N°	: CC-IFAT-CBR-01
SOLICITA	: BACH. IPARRAGUIRRE LÓPEZ DENNIS ANTHONY BACH. DIOSES GRANADOS ANTHONY JUNIOR	PÁGINA	: 01 de 03
UBICACIÓN	: Distrito: Coishco; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	FECHA	: 07/09/2024

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883

Datos de la Muestra

Calicata: C-01

Clasificación (SUCS): SP

Muestra: M-01 (0.30m. a 1.50m.)

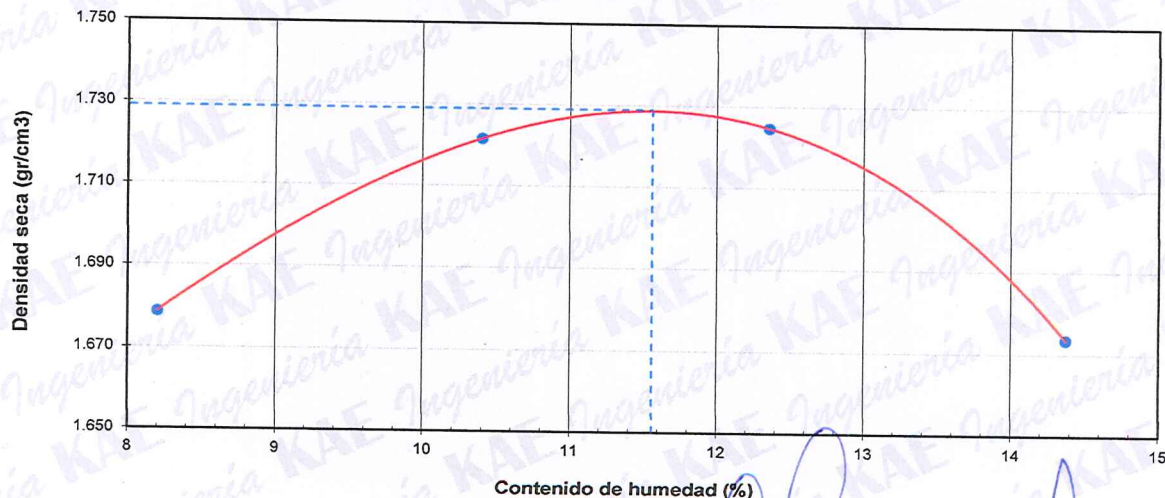
Clasificación (AASHTO): A-3 (0)

Peso suelo + molde	gr	7046.00	7223.00	7301.00	7251.00
Peso molde	gr	3237.00	3237.00	3237.00	3237.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	3809.00	3986.00	4064.00	4014.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2097.16	2097.16	2097.16	2097.16
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.82	1.90	1.94	1.91
Recipiente N°		26	15	4	26
Peso del suelo húmedo+tara	gr	105.30	98.78	105.90	116.67
Peso del suelo seco + tara	gr	99.60	92.13	97.40	105.43
Tara	gr	30.10	28.20	28.60	27.22
Peso de agua	gr	5.70	6.65	8.50	11.24
Peso del suelo seco	gr	69.50	63.93	68.80	78.21
Contenido de agua	%	8.20	10.40	12.35	14.37
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.679	1.722	1.725	1.674

Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>) 1.729

Humedad óptima (%) 11.56

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada en campo por el personal técnico de laboratorio.

KAE Ingeniería

Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
R.C. CIP N° 213367







**KAE Ingeniería**

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos**  
**Presentación de Servicios Generales**

**Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD**

<b>TESIS</b>	: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RÍGIDO - COISHCO - 2022	<b>REGISTRO N°</b>	: CC-IFAT-CBR-01
<b>SOLICITA</b>	: BACH. IPARRAGUIRRE LÓPEZ DENNIS ANTHONY BACH. DIOSES GRANADOS ANTHONY JUNIOR	<b>PÁGINA N°</b>	: 02 de 03
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito: Coishco; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	<b>FECHA</b>	: 07/09/2024

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA**  
ASTM D1883

**Datos de la Muestra**

**Calicata:** C-01

**Muestra:** M-01 (0.30m. a 1.50m.)

**Clasificación (SUCS):** SP

**Clasificación (AASHTO):** A-3 (0)

**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

Molde N°	1		2		3	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	11,533	11,575	11,523	11,613	11,433	11,604
Peso molde (gr.)	7,490	7,490	7,520	7,520	7,580	7,580
Peso suelo compactado (gr.)	4,043	4,085	4,003	4,093	3,853	4,024
Volumen del molde (cm³)	2,100	2,100	2,142	2,142	2,139	2,139
Densidad húmeda (gr./cm³)	1.926	1.946	1.868	1.910	1.801	1.881
Densidad Seca (gr./cm³)	1.727	1.727	1.675	1.675	1.615	1.615

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Peso de tara (gr.)	95.80	0.00	124.10	0.00	104.30	0.00
Tara + suelo húmedo (gr.)	326.10	4085.00	422.20	4093.00	401.90	4024.00
Tara + suelo seco (gr.)	302.30	3625.18	391.30	3588.06	371.20	3455.53
Peso de agua (gr.)	23.80	459.82	30.90	504.94	30.70	568.47
Peso de suelo seco (gr.)	206.50	3625.18	267.20	3588.06	266.90	3455.53
Humedad (%)	11.53	12.68	11.56	14.07	11.50	16.45

**EXPANSIÓN**

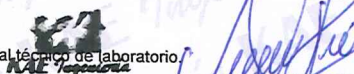
Fecha	Hora	Tiempo	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
				NO PRESENTA							

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (Lb/pulg²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		lb	lb/pulg²	lb/pulg²	CBR %	lb	lb/pulg²	lb/pulg²	CBR %	lb	lb/pulg²	lb/pulg²	CBR %
0.025		80	26.3			38	12.5			24	8.0		
0.050		199	65.1			85	27.9			91	29.9		
0.075		392	128.1			199	65.0			186	60.7		
0.100	1000	561	183.4	195.0	19.5	389	127.2	146.0	14.6	323	105.7	104.0	10.4
0.150		824	269.7			566	185.2			465	152.0		
0.200	1500	1026	335.4	340.0	22.7	799	261.4	275.0	18.3	582	190.5	195.0	13.0
0.300		1229	401.9			958	313.4			678	221.9		
0.400		1477	483.0			1094	357.7			731	239.0		
0.500		1558	509.6			1191	389.7			768	251.3		

**OBSERVACIONES:**

- La muestra fue tomada en campo por el personal técnico de laboratorio

  
**Victor Alfonso Herrera Lázaro**  
INGENIERO CIVIL







**KAE Ingeniería**

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos**  
**Presentación de Servicios Generales**

**Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD**

<b>TESIS</b>	: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RÍGIDO - COISHCO - 2022	<b>REGISTRO N°</b>	: CC-IFAT-CBR-01
<b>SOLICITA</b>	: BACH. IPARRAGUIRRE LÓPEZ DENNIS ANTHONY BACH. DIOS GRANADOS ANTHONY JUNIOR	<b>PÁGINA N°</b>	: 03 de 03
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito: Coishco; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	<b>FECHA</b>	: 07/09/2024

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA**  
ASTM D1883

**Datos de la Muestra**

Calicata: C-01

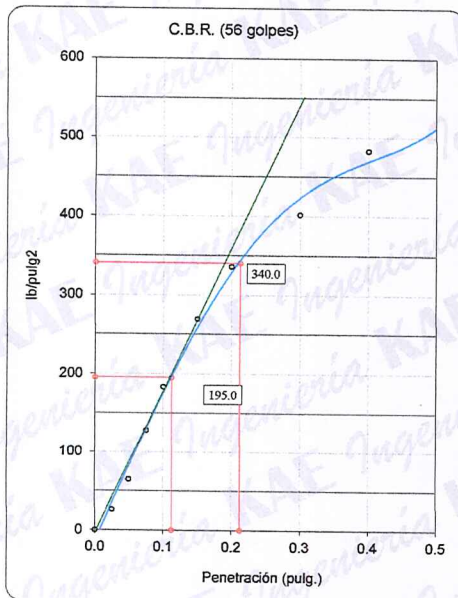
Clasificación (SUCS): SP

Máxima Densidad Seca: 1.729 gr./cm<sup>3</sup>

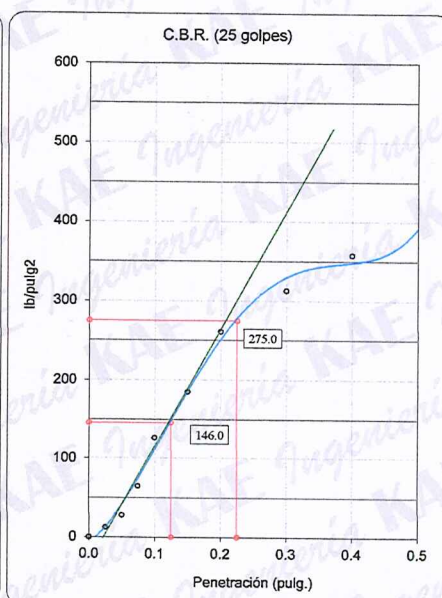
Muestra: M-01 (0.30m. a 1.50m.)

Clasificación (AASHTO): A-3 (0)

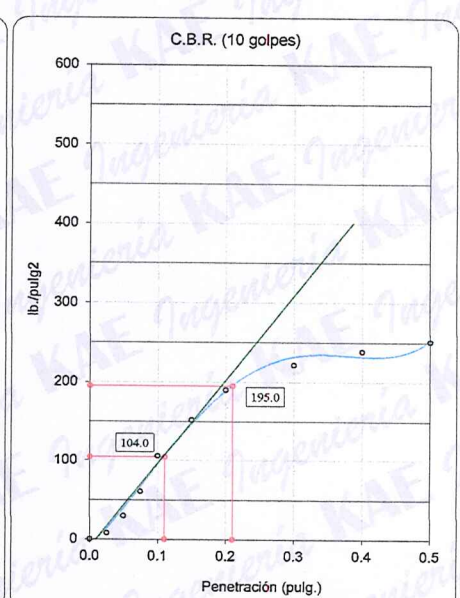
Máxima Densidad Seca al 95%: 1.643 gr./cm<sup>3</sup>



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES: 19.5%

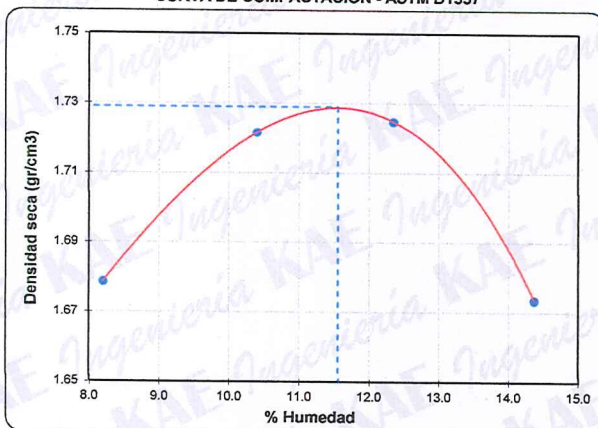


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES: 14.6%



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES: 10.4%

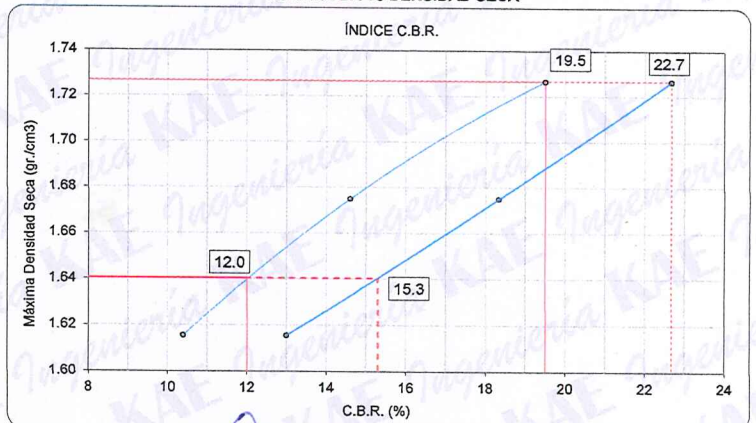
**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 19.5%

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 12.0%

**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 22.7%

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 15.3%

**OBSERVACIONES:**

- La muestra fue tomada en campo por personal técnico de laboratorio

**KAE Ingeniería**

**Victor Alfonso Herrera Lázaro**  
INGENIERO CIVIL







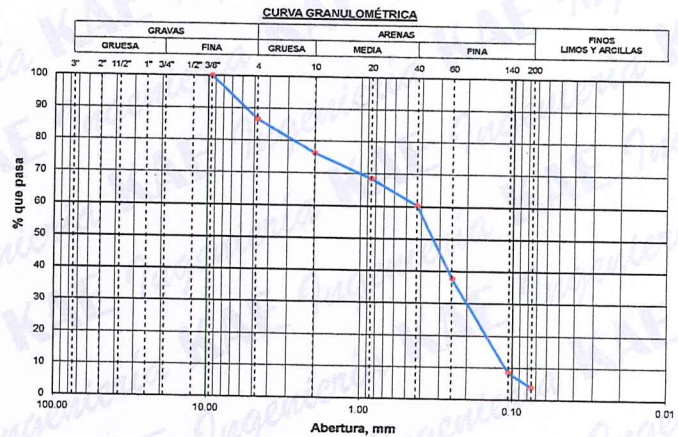
Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Presentación de Servicios Generales

**TESIS** : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO TREFIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO APLICADO  
ALOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RÍGIDO - COISHCO - 2022  
**REGISTRO N°**: CC-IFAT-GRA-C1  
**PÁGINA N°**: 01 de 01  
**SOLICITA** : BACH. IPARRAGUIRRE LÓPEZ DENNIS ANTHONY  
BACH. DIOSES GRANADOS ANTHONY JUNIOR  
**UBICACIÓN** : Distrito: Coishco; Provincia: Santa; Departamento: Ancash  
**FECHA**: 07/09/2024

**ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

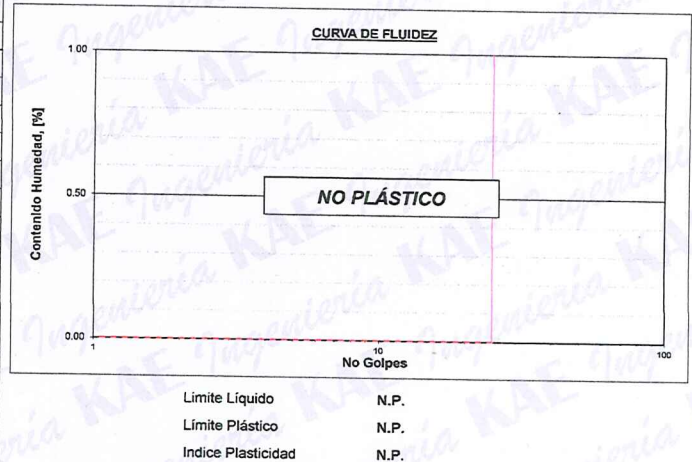
Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Gravas, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación SUCS
Calicata : C-01 Muestra : M-1 Estrato : 0.30 a 1.50	Peso Inicial Seco (gr) = 631.1 Peso Mat. < N°4 (gr) = 546.5 Peso de Fracción (gr) = 546.5	Grava (No.4 < Diam < 3") = 13.41% Arena (No.200 < Diam < No.4) = 82.73% Finos (Diam < No.200) = 3.86%	D60 (mm) = 0.42 D30 (mm) = 0.20 D10 (mm) = 0.11	SP (Arena Mal Graduada) Clasificación AASHTO A-3 (0)

ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL%	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75.000	3"				
50.000	2"				
37.500	1 1/2"				
25.000	1"				
19.000	3/4"				
12.500	1/2"				
9.500	3/8"	0	0.0	0.0	100.00
4.750	N° 4	85	13.4	13.4	86.59
2.000	N° 10	65.40	10.4	23.8	76.23
0.850	N° 20	49.30	7.8	31.6	68.42
0.425	N° 40	51.40	8.1	39.7	60.28
0.250	N° 60	142.60	22.6	62.3	37.69
0.106	N° 140	184.90	29.3	91.6	8.39
0.075	N° 200	28.60	4.5	96.1	3.86
	FONDO	24.30	3.9	100.0	



**ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO**  
(ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO			
N° Tarro			
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.		
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.		
Peso De Agua	gr.		
Peso Del Tarro	gr.		
Peso Del Suelo Seco	gr.		
Contenido De Humedad	%		
Número De Golpes	N°		
LÍMITE PLÁSTICO			
N° Tarro			
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.		
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.		
Peso De Agua	gr.		
Peso Del Tarro	gr.		
Peso Del Suelo Seco	gr.		
Contenido De Humedad	%		



**CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL**  
(ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"		Tara N°	
		T - 10	T - 03
Peso Tara	gr.	54.30	61.20
Peso Tara + Suelo Húmedo	gr.	472.10	598.20
Peso Tara + Suelo Seco	gr.	444.20	559.60
Peso Agua	gr.	27.90	38.60
Peso Suelo Seco	gr.	389.90	498.40
Contenido de Humedad	%	7.16	7.74
Contenido de Humedad Promedio	%	7.45	



Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 216087





# **ANEXO 17**

## **PRUEBA DE HIPÓTESIS**

## PRUEBA DE HIPOTESIS

**Hipótesis:** Las fibras de acero de Trefil influyen positivamente en las propiedades del concreto para losas industriales aplicadas a pavimentos rígidos.

Para la prueba de hipótesis se empleará el Método Anova, el cual analiza las varianzas de los datos, posteriormente se aplicará prueba post hoc de Tukey para identificar qué diseño presenta una varianza significativa respecto a nuestro diseño patrón; finalmente, con el Análisis de Regresión y Covarianza se identificará la correlación positiva o negativa de los resultados.

Para la aplicación del Método Anova debe verificarse la Normalidad y Homogeneidad de los Resultados

## PRUEBA DE NORMALIDAD

### 1.- CONCRETO PATRON

#### 1.01.- Calculo del Estadístico de Prueba

$$w_c = \frac{(\sum a_i (y_{n-i+1} - y_i))^2}{S^2}$$

N°	$y_i$	$y_i^2$	$a_i$	$y_{n-i+1} - y_i$	$a_i (y_{n-i+1} - y_i)$
1	295.79	87,490.36	0.71	40.63	28.73
2	310.33	96,305.28	0.00		0
3	336.42	113,177.19	-		
<b>Total</b>	<b>942.54</b>	<b>296,972.83</b>			<b>28.73</b>

Cantidad de datos	N	3
Media Aritmética	$\bar{y}_i$	314.179
Varianza	$S_i^2$	847.629
Estadístico de prueba	$w_c$	0.9738

#### 1.02.- Contrastación del estadístico de prueba y estadístico de Shapiro-Wilk

Significancia	$\alpha$	0.05
<b>Estadístico Shapiro-Wilk</b>	$w_t$	0.767 (Según tabla)

$w_t < w_c \rightarrow$  Los datos tienen una distribución normal  
 $w_t > w_c \rightarrow$  Los datos no tienen una distribución normal

0.767 < 0.9738 **Los datos tienen una distribución normal**

## 2.- CONCRETO CON ADICIONA DE 3% FIBRA DE ACERO TREFIL

### 2.01.- Calculo del Estadístico de Prueba

$$w_c = \frac{(\sum a_i (y_{n-i+1} - y_i))^2}{S^2}$$

N°	$y_i$	$y_i^2$	$a_i$	$y_{n-i+1} - y_i$	$a_i (y_{n-i+1} - y_i)$
1	313.78	98,459.65	0.71	3.00	2.12
2	314.86	99,135.56	0.00		0
3	316.78	100,350.83	-		
<b>Total</b>	<b>945.42</b>	<b>297,946.04</b>			<b>2.12</b>

Cantidad de datos	N	3
Media Aritmética	$\bar{y}_i$	315.141
Varianza	$S_i^2$	4.618
Estadístico de prueba	$w_c$	0.9740

### 2.02.- Contrastación del estadístico de prueba y estadístico de Shapiro-Wilk

Significancia	$\alpha$	0.05
<b>Estadístico Shapiro-Wilk</b>	$w_t$	0.767 (Según tabla)
$w_t < w_c \rightarrow$ Los datos tienen un distribución normal $w_t > w_c \rightarrow$ Los datos no tienen una distribución normal		
0.767	<	0.9740 <b>Los datos tienen un distribución normal</b>

## 3.- CONCRETO CON ADICIONA DE 5% FIBRA DE ACERO TREFIL

### 3.01.- Calculo del Estadístico de Prueba

$$w_c = \frac{(\sum a_i (y_{n-i+1} - y_i))^2}{S^2}$$

N°	$y_i$	$y_i^2$	$a_i$	$y_{n-i+1} - y_i$	$a_i (y_{n-i+1} - y_i)$
1	335.12	112,303.17	0.71	18.84	13.32
2	336.08	112,948.86	0.00		0
3	353.96	125,288.10	-		
<b>Total</b>	<b>1,025.16</b>	<b>350,540.13</b>			<b>13.32</b>

Cantidad de datos	N	3
Media Aritmética	$\bar{y}_i$	341.719
Varianza	$S_i^2$	225.261
Estadístico de prueba	$w_c$	0.7882

### 3.02.- Contrastación del estadístico de prueba y estadístico de Shapiro-Wilk

Significancia	$\alpha$	0.05
Estadístico Shapiro-Wilk	$w_t$	0.767 (Según tabla)
$w_t < w_c \rightarrow$ Los datos tienen una distribución normal $w_t > w_c \rightarrow$ Los datos no tienen una distribución normal		
0.767	<	0.7882 <b>Los datos tienen una distribución normal</b>

## 4.- CONCRETO CON ADICIÓN DE 8% FIBRA DE ACERO TREFIL

### 4.01.- Cálculo del Estadístico de Prueba

$$w_c = \frac{(\sum a_i (y_{n-i+1} - y_i))^2}{S^2}$$

N°	$y_i$	$y_i^2$	$a_i$	$y_{n-i+1} - y_i$	$a_i (y_{n-i+1} - y_i)$
1	316.78	100,350.83	0.71	- 3.00	-2.12
2	314.86	99,135.56	0.00		0
3	313.78	98,459.65	-		
<b>Total</b>	<b>945.42</b>	<b>297,946.04</b>			<b>-2.12</b>

Cantidad de datos	N	3
Media Aritmética	$\bar{y}_i$	315.141
Varianza	$S_i^2$	4.618
Estadístico de prueba	$w_c$	0.9740

### 4.02.- Contrastación del estadístico de prueba y estadístico de Shapiro-Wilk

Significancia	$\alpha$	0.05
Estadístico Shapiro-Wilk	$w_t$	0.767 (Según tabla)
$w_t < w_c \rightarrow$ Los datos tienen una distribución normal $w_t > w_c \rightarrow$ Los datos no tienen una distribución normal		
0.767	<	0.9740 <b>Los datos tienen una distribución normal</b>



## PRUEBA DE HOMOGENEIDAD

### 1.- Grupos de Análisis

		PATRON	3% Fibra Tréfil	5% Fibra Tréfil	8% Fibra Tréfil
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Total		295.79	313.78	335.12	296.24
		310.33	314.86	336.08	304.73
		336.42	316.78	353.96	309.26
		942.54	945.42	1025.16	910.22
Mediana	M	310.331	314.858	336.079	304.729
Cant datos	n	3	3	3	3
Cant Total	N	12			
Cant grupos	K	4			

### 2.- Calculo del Estadístico de Prueba

		$w_1$	$w_2$	$w_3$	$w_4$
Total	$\Sigma$	14.5432	1.0752	0.9620	8.4883
		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		26.0873	1.9240	17.8819	4.5271
		<b>40.6305</b>	<b>2.9992</b>	<b>18.8439</b>	<b>13.0153</b>
$W = \frac{(N - K) \sum_{j=1}^h n_i (\bar{w}_i - w)^2}{(K - 1) \sum_{i=1}^k \sum_{i=1}^n (w_i - \bar{w}_i)^2}$					
		$(w_1 - \bar{w}_1)^2$	$(w_2 - \bar{w}_2)^2$	$(w_3 - \bar{w}_3)^2$	$(w_4 - \bar{w}_4)^2$
		0.9995	0.0057	28.2951	17.2210
		183.4263	0.9995	39.4549	18.8221
		157.3461	0.8543	134.5745	0.0356
		<b>341.7718</b>	<b>1.8594</b>	<b>202.3245</b>	<b>36.0787</b>
		<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>	<b>Grupo 4</b>
Media	$\bar{w}$	13.5435	0.9997	6.2813	4.3384
Media General	w	6.2907			
$n_i (\bar{w}_i - w)^2$		157.8071348	83.9846	0.000266854	11.43443331
$\Sigma (w_i - \bar{w}_i)^2$		341.7718466	1.85944	202.324544	36.07868057
N - K		8			
K - 1		3			
Estadístico de prueba		W	1.876366		

### 3.- Contratación del estadístico de prueba y la distribución F de Fisher

Significancia	$\alpha$	0.05
Numerador	$K - 1$	3
Denominador	$N - K$	8

<b>Estadístico F de Fisher</b>	$F_{\alpha}$	4.066	(Según tabla)
--------------------------------	--------------	-------	---------------

$F_{\alpha} > W \rightarrow$	Las varianzas de los datos son homogéneos
$F_{\alpha} < W \rightarrow$	Las varianzas de los datos no son homogéneos

4.066	>	1.8764	<b><i>Las varianzas de los datos son homogéneos</i></b>
-------	---	--------	---

## METODO ANOVA - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

- H<sub>0</sub>** La adición de fibras de acero trefil en 3%, 5% y 8% en el diseño de mezclas de concreto aplicado a pavimentos industriales no influye significativamente la resistencia a la compresión.
- H<sub>1</sub>** La adición de fibras de acero trefil en 3%, 5% y 8% en el diseño de mezclas de concreto aplicado a pavimentos industriales influye significativamente la resistencia a la compresión.

### 1.- Grupos de Análisis - Resistencia a la Compresión f'c (kg/cm2)

N°	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
	PATRON	3% Fibra Tréfil	5% Fibra Tréfil	8% Fibra Tréfil
1	295.79	313.78	335.12	296.24
2	310.33	314.86	336.08	304.73
3	336.42	316.78	353.96	309.26
Suma (Xi)	942.54	945.42	1025.16	910.22
Media ( $\bar{x}_i$ )	314.2	315.1	341.7	303.4
n <sub>i</sub>	3	3	3	3
K	4			
Suma Total	3823.34			
N	12			

### 2.- Análisis de la Varianza

$$SC_{Trat} = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x}_{..})^2 \quad 2390.311$$

$$SC_{Error} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 \quad 3555.133$$

$$SC_{Error} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2 \quad 1164.823$$

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre muestras	2390.3108	3	796.77	5.47
Dentro de muestras	1164.8226	8	145.60	
<b>Total</b>	<b>3555.1334</b>	<b>11</b>		

$$\alpha = 0.05$$

**Valor crítico** 4.06618  
**p-valor** 0.02435

### 3.- Resultado de Prueba Anova

$Valor\ Crítico > F \rightarrow$  No hay diferencia entre los grupos  
 $Valor\ Crítico < F \rightarrow$  Hay diferencias entre los grupos

Por tanto,

4.066 < 5.47 **Hay diferencias entre los grupos**

### 4.- Identificación de Grupos con Varianza significativa

$$T_a = q_z(k, N - k) \sqrt{CM_E/n_i}$$

CM <sub>t</sub>	145.60
n <sub>i</sub>	3
k	4
N-k	8
q <sub>a</sub> (k, N-k)	4.53
T <sub>a</sub>	31.56

$H_0: \mu > T_a \rightarrow$  No significativo  
 $H_1: \mu < T_a \rightarrow$  Significativo

Diferencia Poblacional	$\mu$	Desición
PATRON vs 3% Fibra Tréfil	0.962	No significativo
PATRON vs 5% Fibra Tréfil	27.540	No significativo
PATRON vs 8% Fibra Tréfil	10.771	No significativo

Finalmente, Acepta la Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):

**La adición de fibras de acero trefil en 3%, 5% y 8% en el diseño de mezclas de concreto aplicado a pavimentos industriales no influye significativamente la resistencia a la compresión.**

## METODO ANOVA - RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

**H<sub>0</sub>** La adición de fibras de acero trefil en 3%, 5% y 8% en el diseño de mezclas de concreto aplicado a pavimentos industriales no influye significativamente en la resistencia a la flexión.

**H<sub>1</sub>** La adición de fibras de acero trefil en 3%, 5% y 8% en el diseño de mezclas de concreto aplicado a pavimentos industriales influye significativamente en la resistencia a la flexión.

### 1.- Grupos de Análisis - Resistencia a la Flexión Mr (Mpa)

N°	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
	PATRON	3% Fibra Tréfil	5% Fibra Tréfil	8% Fibra Tréfil
1	2.32	2.94	3.40	3.10
2	2.51	3.04	3.43	3.17
Suma (Xi)	4.83	5.99	6.84	6.27
Media ( $\bar{x}_i$ )	2.4	3.0	3.4	3.1
n <sub>i</sub>	2	2	2	2
K	4			
Suma Total	23.92			
N	8			

### 2.- Análisis de la Varianza

$$SC_{Trat} = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x}_{..})^2 \quad 1.06536408$$

$$SC_{Error} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 \quad 1.09202787$$

$$SC_{Error} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2 \quad 0.02666379$$

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre muestras	1.0654	3	0.36	53.27
Dentro de muestras	0.0267	4	0.0067	
<b>Total</b>	1.0920	7		

<b>α</b>	0.05
<b>Valor crítico</b>	6.59138
<b>p-valor</b>	0.00111

### 3.- Resultado de Prueba Anova

$Valor\ Crítico > F \rightarrow$  No hay diferencia entre los grupos  
 $Valor\ Crítico < F \rightarrow$  Hay diferencias entre los grupos

Por tanto,

6.591 < 53.27 **Hay diferencias entre los grupos**

### 4.- Identificación de Grupos con Varianza significativa

$$T_a = q_z(k, N - k) \sqrt{CM_E/n_i}$$

CM<sub>t</sub> 0.01

n<sub>i</sub> 2

k 4

N-k 4

q<sub>a</sub>(k, N-k) 5.76

T<sub>a</sub> 0.33

$H_0: \mu > T_a \rightarrow$  No significativo

$H_1: \mu < T_a \rightarrow$  Significativo

Diferencia Poblacional	$\mu$	Desición
PATRON vs 3% Fibra Tréfil	0.576	<b>Significativo</b>
PATRON vs 5% Fibra Tréfil	1.001	<b>Significativo</b>
PATRON vs 8% Fibra Tréfil	0.717	<b>Significativo</b>

Por tanto, se Rechaza la Hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

**La adición de fibras de acero trefil en 3%, 5% y 8% en el diseño de mezclas de concreto aplicado a pavimentos industriales influye significativamente en la resistencia a la flexión.**

Ahora, a partir del siguiente gráfico de restriccion se identificará la línea de tendencia de las medias de los datos para cada caso, donde 0% representa al concreto patrón

	Adicion de Fibra de Acero Tréfil			
	0%	3%	5%	8%
<b>Mr</b>	2.32	2.94	3.40	3.10

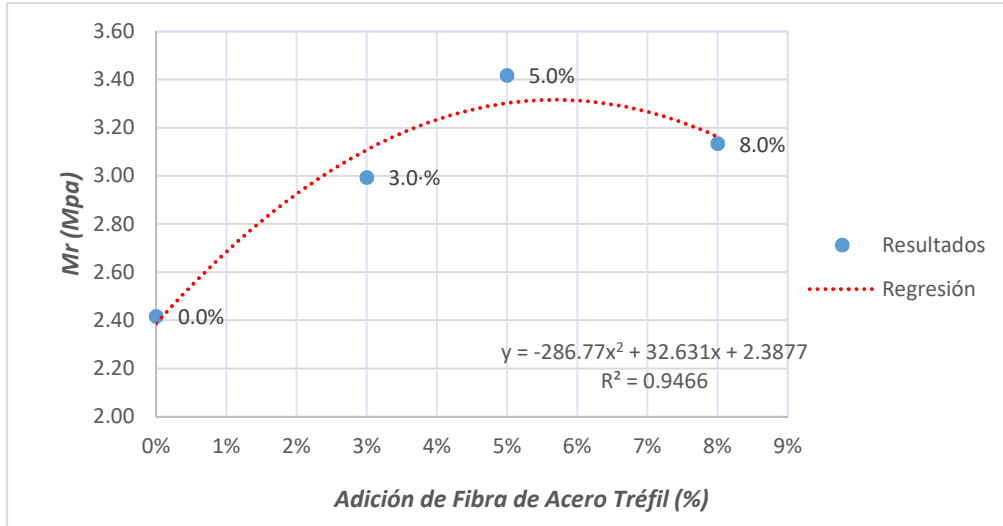
**Covarianza** 0.008937



Con un valor de Covarianza positivo se afirma que los resultados de flexión tienen relación directa con la Resistencia a la Flexión ( $M_r$ ), es decir que el incremento de esta adición aumenta la Resistencia a la Flexión

Gráfico 01

Medias de Resistencia a la Flexión



Del gráfico se observa que si bien existe una tendencia positiva, es decir los valores  $M_r$  aumentan, existe un grupo (Adición 8%) que genera una baja, por tanto, la línea de tendencia es polinómica.

La adición de 5% de acero de fibra tréfil es el que alcanza el valor mas alto de  $M_r$ .

**Finalmente**

***La adición de fibras de acero trefil en 5% en el diseño de mezclas de concreto aplicado a pavimentos industriales influye significativa y positivamente en la resistencia a la flexión.***



# **ANEXO 18**

## **FICHA TÉCNICA DE LA FIBRA DE ACERO TRÉFIL**



Aspecto relación    Largo    Brillante    Pegado




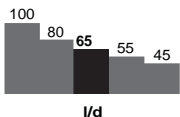
## FICHA DE DATOS

### Características

#### Propiedades Materiales

Nom. resistencia a la tracción:	195 ksi (1.345MPa)
Módulo de Young:	29.000 ksi (200.000 MPa)
Tensión al final fuerza:	0,8 %

#### Geometría

Familia fibras	3D	
Longitud (l)	1,4 in (35mm)	
Diámetro (d)	0,02 in (0,55 mm)	
Relación de aspecto (l/d)	100 80 65 55 45	

#### Dosis mínima EN 14889-1

25 lb/yd<sup>3</sup> (15 kg/m<sup>3</sup>)

#### Red de fibra

20,146 pies/yarda<sup>3</sup> a 25 lb/yd<sup>3</sup> (8.032 m/m<sup>3</sup> a 15 kg/m<sup>3</sup>)  
6,672 fibras/lb (14.711 fibras/kg)

#### Dramix® familia

3D Aplicaciones típicas de SFRC

4D Control de servicio supremo

5D Aplicaciones estructurales avanzadas

	5D	4D	3D
Fuerza de Tensión	=====	=====	=====
Ductilidad del alambre	=====	=====	=====
Fuerza de anclaje	=====	=====	=====

### Certificados de producto \*



\* Los certificados de producto son específicos de la planta.

### Conformidad del Producto

Dramix® cumple con las normas ASTM A820, EN 14889-1 e ISO 13270 Clase A.

### Certificados del Sistema



Todo Dramix® Las plantas cuentan con las certificaciones ISO 9001 e ISO 14001.

### Presentación



### Manejo



### DRAMIX® 3D 65/35BG

#### El anclaje original

Dramix® 3D es la fibra rentable para estructuras de hormigón estáticamente indeterminadas estándar que se someten a cargas estáticas, de fatiga y dinámicas regulares.

#### Tecnología de cola para refuerzo tridimensional

Dramix® las fibras de acero se empaquetan con pegamento soluble en agua. El pegamento ayuda a evitar la formación de bolas de fibra durante la mezcla y asegura una distribución homogénea de las fibras en toda la mezcla de concreto.

#### Apoyo en la construcción de Bekaert

Puede contar con nuestro soporte para cada paso de su proyecto, desde el diseño conceptual hasta el soporte de calidad en el sitio. Nuestros servicios incluyen recomendaciones sobre el diseño de losas, detalles de construcción, optimización del concreto y procedimientos automáticos de control de calidad total. También nos complace compartir nuestros conocimientos con usted y su equipo. No dude en solicitarnos un taller o capacitación sobre el tema del refuerzo de fibra de acero en sus oficinas.

Para recomendaciones sobre manipulación, dosificación y mezcla, visite [www.bekaert.com/dosingdramix](http://www.bekaert.com/dosingdramix). Cualquier otro documento o certificado específico se puede encontrar en [www.bekaert.com/dramix/downloads](http://www.bekaert.com/dramix/downloads).