



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Efectos de las fibras metálicas en el concreto simple aplicado a losas de pisos  
industriales, Lima 2017”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Br. Caballero Livia, Mauro Luis (ORCID: 0000-0002-7434-9251)

**ASESOR:**

Mg. Córdova Salcedo, Felimón Domingo (ORCID: 0000-0003-0338-5156)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA - PERÚ**

**2018**

## **DEDICATORIA**

A mi madre Marlene Livia Ramos, por darme su apoyo en mi formación universitaria, por su amor infinito y confianza depositada en mí.

A mis abuelos que han sido también parte fundamental en el proceso de mi formación profesional, por sus consejos de motivaciones.

A mi familia en general por ser mi motivo de salir adelante día a día.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a todas las personas que me apoyaron mediante sus críticas constructivas, el apoyo moral que me brindaron, los consejos y aportes intelectuales que fueron claves para la realización de mi proyecto de investigación.

A mi asesor de proyecto de tesis, al Mg. Ing. Córdova Salcedo, Felimón, por su experiencia y apoyo constante que hicieron posibles la formulación y desarrollo de la Tesis.

Al Ing. Marco Antonio Tejada y técnicos del laboratorio LEM, por brindarme sus consejos y apoyo para la realización de los ensayos del proyecto.

Al Ing. Jesús Barrera Alvarado, por su apoyo y consejos que me brindó durante el proceso de elaboración de la investigación.

A mi familia que en todo momento me brindó su apoyo moral.

## **PÁGINA DEL JURADO**

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### Declaratoria de Originalidad del Autor


Yo, **CABALLERO LIVIA, Mauro Luis** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

**"Efectos de las fibras metálicas en el concreto simple aplicado a losas de pisos industriales, Lima 2017"**, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Lima 03 de julio de 2018

Apellidos y Nombres del Autor <b>CABALLERO LIVIA, Mauro Luis</b>	
DNI: 48337652	Firma 
ORCID: 0000-0002-7434-9251	

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: "Efectos de las fibras metálicas en el concreto simple aplicado a losas de pisos industriales, Lima 2017", la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero civil.

Autor: Mauro Luis Caballero Livia.

## Índice

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página de jurado .....	iv
Declaración de autenticidad .....	v
Índice .....	vii
Índice de tablas .....	ix
Índice de figuras .....	xi
Resumen .....	xv
Abstract .....	xvi
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>16</b>
1.1 Realidad problemática .....	17
1.2 Trabajos previos .....	18
1.2.1 Antecedentes Nacionales .....	18
1.2.2 Antecedentes Internacionales .....	20
1.3 Teoría relacionada al tema .....	22
1.3.1 Fibras metálicas .....	22
1.3.2 Concreto .....	24
1.3.3 Cemento .....	25
1.3.4 Tipos de cemento y su aplicación .....	26
1.3.5 Agua de mezcla .....	28
1.3.6 Agregados .....	28
1.3.7 Agregado fino .....	28
1.3.8 Agregado grueso .....	29
1.3.9 Principales características de los agregados .....	29

1.3.10 Aditivos.....	30
1.3.11 Concreto en estado plástico.....	30
1.3.12 Propiedades principales del concreto fresco .....	31
1.3.13 Concreto en estado endurecido .....	35
1.3.14 Propiedades principales del concreto endurecido	35
1.3.15 Resistencia a la compresión .....	36
1.3.16 Ensayo de resistencia a la compresión .....	37
1.3.17 Método del ensayo a la compresión.....	37
1.3.18 Resistencia a la flexión .....	38
1.3.19 Método del ensayo de resistencia a la flexión .....	39
1.3.19.1 Procedimiento del ensayo a flexión.	39
1.4 Formulación del problema .....	40
1.4.1 Problema general.....	40
1.4.2 Problemas específicos .....	41
1.5 Justificación del estudio.....	41
1.5.1 Justificación practica .....	41
1.5.2 Justificación económica .....	42
1.5.3 Justificación social .....	42
1.6 Hipótesis .....	43
1.6.1 Hipótesis general .....	43
1.6.2 Hipótesis específicas .....	43



1.7	Objetivos .....	44
1.7.1	Objetivo general .....	44
1.7.2	Objetivos específicos .....	44
II.	MÉTODO.....	45
2.1	Diseño de investigación .....	46
2.1.1	Tipo de investigación .....	46
2.1.2	Nivel de investigación .....	46
2.1.3	Diseño de investigación.....	47
2.2	Variables y definición operacional.....	47
2.2.1	Variable independiente .....	47
2.2.2	Variable dependiente.....	47
2.2.3	Matriz de consistencia .....	48
2.3	Población y muestra .....	49
2.3.1	Población .....	49
2.3.2	Muestra .....	49
2.3.3	Tipo de muestreo.....	49
2.4	Técnica e instrumentación para recolección de datos, validez y confiabilidad.....	50
2.4.1	Técnica para recolección de datos .....	50
2.4.2	Instrumento para recolección de datos .....	50
2.4.3	Validez .....	50

2.4.4	Confiabilidad.....	51
2.4.5	Métodos de análisis de datos.....	51
2.4.6	Aspectos éticos .....	51
III.	RESULTADOS .....	58
3.1	Propiedades de los agregados.....	59
3.1.1	Propiedades del agregado fino .....	59
3.1.2	Propiedades del agregado grueso .....	60
3.2	Granulometría de los agregados.....	61
3.2.1	Granulometría del agregado fino .....	61
3.2.2	Granulometría del agregado grueso .....	62
3.3	Tablas de diseño de mezcla para concreto patrón .....	64
3.3.1	Procedimiento para la elaboración de la mezcla... ..	65
3.4	Ensayo a compresión del concreto patrón .....	66
3.4.1	Procedimiento preliminar antes de ensayar las probetas patrones .....	66
3.4.2	Ensayo a compresión de probetas... ..	69
3.4.3	Resultados del ensayo a compresión para probetas patrones.....	68
3.5	Diseño de mezcla final .....	69
3.5.1	Preparación de mezcla de diseño final .....	70
3.6	Ensayos aplicado al concreto fresco .....	72

3.6.1	Ensayo de consistencia del concreto fresco .....	72
3.6.2	Ensayo de contenido de aire en el concreto fresco.	73
3.7	Ensayos aplicado al concreto endurecido.....	74
3.7.1	Ensayo de resistencia a la compresión.....	74
3.7.2	Ensayo de resistencia a la flexión.....	75
IV.	DISCUSIÓN.....	80
V.	CONCLUSIONES.....	84
VI.	RECOMENDACIONES.....	86
	REFERENCIAS .....	89
	ANEXOS.....	92

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Requisitos granulométricos para el agregado fino.....	13
<b>Tabla 2.</b> Porcentaje de aire atrapado en la mezcla.....	19
<b>Tabla 3.</b> Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.....	39
<b>Tabla 4.</b> Peso unitario y contenido de humedad del agregado fino.....	39
<b>Tabla 5.</b> Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso.....	40
<b>Tabla 6.</b> Peso unitario y contenido de humedad del agregado grueso.....	40
<b>Tabla 7.</b> Análisis granulométrico del agregado fino.....	41
<b>Tabla 8.</b> Propiedades físicas del agregado fino.....	42
<b>Tabla 9.</b> Análisis granulométrico agregado grueso.....	42
<b>Tabla 10.</b> Propiedades físicas del agregado grueso.....	43
<b>Tabla 11.</b> Diseño 1 de mezcla patrón $a/c=0.5$ .....	44
<b>Tabla 12.</b> Diseño 2 de mezcla patrón $a/c=0.6$ .....	44
<b>Tabla 13.</b> Diseño 3 de mezcla patrón $a/c=0.7$ .....	45
<b>Tabla 14.</b> Resultados del ensayo a compresión.....	48
<b>Tabla 15.</b> Diseño de mezcla final con $a/c=0.6$ .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Las fibras metálicas.....	8
<b>Figura 2.</b> Características geométricas de la fibra.....	8
<b>Figura 3.</b> Diferentes tipos de macrofibras.....	8
<b>Figura 4.</b> Estructura del concreto.....	10
<b>Figura 5.</b> Contenido de humedad .....	15
<b>Figura 6.</b> Clases de mezclas según su asentamiento .....	17
<b>Figura 7.</b> Ensayo de asentamiento .....	17
<b>Figura 8.</b> Aparato medidor tipo B, adaptada a la ASTM C 213-09 .....	19
<b>Figura 9.</b> Probeta cilíndrica de concreto .....	23
<b>Figura 10.</b> Prueba de ensayo a flexión del concreto .....	25
<b>Figura 11.</b> Curva granulométrica del agregado fino .....	41
<b>Figura 12.</b> Curva granulométrica del agregado grueso .....	43
<b>Figura 13.</b> Preparación de mezcla de concreto .....	45
<b>Figura 14.</b> Elaboración de probetas con distintas a/c.....	46
<b>Figura 15.</b> Limpieza y secado de probetas.....	46
<b>Figura 16.</b> Registro del peso de probetas.....	47
<b>Figura 17.</b> Medición de diámetros de probetas.....	47
<b>Figura 18.</b> Máquina de ensayo uniaxial TINIUS OLSEN.....	47
<b>Figura 19.</b> Colocación de probetas en máquina de ensayo .....	48
<b>Figura 20.</b> Probeta ensayada .....	48
<b>Figura 21.</b> Gráfica de resistencia a la compresión vs relación a/c. ....	49
<b>Figura 22.</b> Pesaje de agregados.....	50
<b>Figura 23.</b> Pesaje de fibras metálicas.....	50
<b>Figura 24.</b> Insumos para la preparación de concreto.....	51
<b>Figura 25.</b> Concreto sin fibras y concreto con fibras .....	51
<b>Figura 26.</b> Prueba de consistencia para mezcla simple .....	52
<b>Figura 27.</b> Prueba de consistencia para mezcla con fibras metálicas.....	52
<b>Figura 28.</b> Asentamiento de 3" a 2" .....	52
<b>Figura 29.</b> Olla de presión con mezcla de concreto con y sin fibra .....	53
<b>Figura 30.</b> Contenido de aire en concreto convencional de 2.5%.....	53
<b>Figura 31.</b> Contenido de aire en concreto con fibras de 2%.....	53
<b>Figura 32.</b> Probetas cilíndricas de concreto simple y concreto con fibras.....	54

<b>Figura 33.</b> Ensayo a compresión de probetas .....	54
<b>Figura 34.</b> Probetas rotas.....	54
<b>Figura 35.</b> Carga máxima en compresión.....	55
<b>Figura 36.</b> Vigas a ensayar.....	55
<b>Figura 37.</b> Trazo en vigas.....	56
<b>Figura 38.</b> Ensayo de flexión para vigas de concreto convencional.....	56
<b>Figura 39.</b> Ensayo de flexión para vigas de concreto con fibras metálicas .....	57
<b>Figura 40.</b> Muestras de vigas de concreto rotas.....	57
<b>Figura 41.</b> Carga máxima en flexión.....	58
<b>Figura 42.</b> Ensayo a flexión de viga de concreto armado .....	58
<b>Figura 43.</b> Carga máxima en flexión para viga 5 de concreto armado .....	59
<b>Figura 44.</b> Carga máxima en flexión para viga 6 de concreto armado .....	59

## RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo general analizar y determinar de qué manera influyen las fibras metálicas en el concreto simple aplicado a losas de pisos, teniendo como muestra a la empresa industrial POLINPLAST S.A.C, ubicada en san Antonio de Huarochirí, diseñada como una losa con refuerzo convencional. Para determinar los efectos sobre el concreto fresco, primeramente, se realizó la mezcla y luego para medir su consistencia se realizó la prueba de asentamiento mediante el cono de Abrams y la prueba del contenido de porcentaje de aire; para cada tipo de concreto en su estado fresco, es decir concreto fresco sin fibras y concreto fresco con fibras. Además, para determinar los efectos de las fibras metálicas sobre el concreto endurecido, se realizó las pruebas de ensayo para determinar la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión para los distintos tipos de concreto, es decir, concreto simple, concreto con fibra y concreto con acero corrugado.

En el capítulo I se presenta la realidad problemática existente, descripción de antecedentes, el marco teórico y justificación para la elaboración de la presente tesis.

En el capítulo II se indicó la metodología empleada y los procedimientos para la recolección de datos.

En el capítulo III se especifica los aspectos administrativos para la realización de la presente tesis.

En el capítulo IV se muestra los resultados mediante gráficas y tablas.

En el capítulo V se discute sobre la validación de los resultados y comparación con antecedentes.

En el capítulo VI se presenta las conclusiones que se ha llegado en la investigación dando a entender que.

En el capítulo VII se presentó las recomendaciones para futuras investigaciones.

**Palabras claves:** fibras metálicas, concreto fresco, concreto endurecido.

## **ABSTRACT**

The general objective of this thesis was to analyze and determine how metallic fibers influence simple concrete applied to floor slabs, taking as a sample the industrial company POLINPLAST SAC, located in San Antonio de Huarochirí, designed as a slab with reinforcement conventional. To determine the effects on fresh concrete, the mixture was first mixed and then, to measure its consistency, the settlement test was carried out using the Abrams cone and the percentage air content test; for each type of concrete in its fresh state, ie fresh concrete without fibers and fresh concrete with fibers. In addition, to determine the effects of metallic fibers on hardened concrete, the test tests were performed to determine the compressive strength and flexural strength for the different types of concrete, ie, simple concrete, concrete with fiber and concrete with corrugated steel.

Chapter I present the existing problematic reality, description of the background, the theoretical framework and justification for the elaboration of the present thesis.

Chapter II indicated the methodology used and the procedures for data collection.

Chapter III specifies the administrative aspects for the realization of this thesis.

In chapter IV the results are shown by graphs and tables.

Chapter V discusses the validation of results and comparison with background.

Chapter VI presents the conclusions reached in the investigation, suggesting that.

Chapter VII presented the recommendations for future research.

**Keywords:** metallic fibers, fresh concrete, hardened concrete



## **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

“El concreto presenta buena resistencia a compresión, mas no a esfuerzos de flexión. Recientemente se analizan los concretos reforzados con fibras, por lo que están siendo aplicados en varios proyectos donde se usan las fibras como refuerzo” (Condori, 2016, p. 90).

A nivel mundial, el concreto es el material más empleado, ofrece buena respuesta cuando está sometido a esfuerzo de compresión, mas no frente a esfuerzo de flexión; esfuerzo el cual es causante de las fallas originadas en el concreto.

“Últimamente el empleo de las fibras de acero o metálicas es más frecuente para estos tipos de proyectos, diferentes industrias de la construcción han empezado por emplear las fibras para los proyectos de losas industriales” (Patazca y Tafur, 2013, p. 120).

A nivel nacional, las losas de pisos industriales reforzadas con fibras metálicas carecen de difusión, a pesar que ya muchos ingenieros, arquitectos y un gran número de constructores ya utilizan en sus especificaciones este tipo de refuerzo.

“El problema más común en los proyectos de losas industriales son las fallas del concreto, esto se debe a que no se consideran las cargas reales que actuarán sobre la estructura” (Montalvo, 2015, p. 60).

“Proyecto de gran dimensión buscan la manera de mejorar mecánicamente y físicamente el concreto, reduciendo tiempos y costos, es por ello que las fibras de acero es la opción más idónea para el cálculo, diseño y construcción de pavimentos rígidos, cambiando las construcciones convencionales” (De La Cruz y Quispe, 2014, p. 85).

En los proyectos de losas de pisos para plantas industriales, el reducir costos en la construcción y tiempos en la ejecución es fundamental para que se pueda recuperar lo invertido en un periodo corto. Es por ello que las fibras de acero o metálicas es una opción de reemplaza al refuerzo convencional. Se sabe que las fibras pueden reemplazar a las varillas corrugadas, lo que permite un ahorro del 50% tanto en tiempo de ejecución, mano de obra y el costo total.

## 1.2 TRABAJOS PREVIOS

### 1.2.1 ANTECEDENTES NACIONALES

**Montalvo (2015)** en su investigación de titulación “Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales, Lima 2015” establece como objetivo general facilitar la información, las ideas generales y métodos nuevos de diseño y construcción para pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero. Asimismo, el autor empleó el enfoque cuantitativo para la investigación, el diseño de investigación es experimental y se ubicó en un nivel de investigación descriptivo y explicativo.

Concluyó que el uso de fibras de acero o metálicas en el concreto simple presenta ventajas con respecto a las losas de pisos de concreto convencional, debido a que las fibras se encuentran en todo el volumen del concreto gracias a su distribución de forma tridimensional proporcionando a la losa mayor y mejores resistencias a las cargas que actuarán sobre ella durante su vida útil.

Esta investigación nos permite comprender las ventajas que traen el empleo de fibras metálicas o de acero en el concreto convencional, resaltando su distribución por la cual muchas características del concreto adquieren mejorías.

**De La Cruz y Quispe (2014)** en su tesis de titulación “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, Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú 2014” establece el objetivo general de comprobar los efectos debido al uso del refuerzo mediante fibras aceradas en el concreto utilizado para pavimentos rígidos en la provincia de Huamanga – Ayacucho. Asimismo, los autores se apoyaron en la investigación cuantitativa y una investigación a nivel experimental, su investigación se caracteriza por presentar un nivel descriptivo.

Finalmente, concluyeron que las fibras aceradas presentan influencia en el concreto convencional tanto en su estado plástico con relación a que la trabajabilidad se reduce y la consistencia disminuye. Y para las pruebas en el estado endurecido del concreto, la resistencia a compresión muestra un incremento pequeño

comparado con el concreto sin fibras de acero; sin embargo, en el ensayo a flexión se puede observar notablemente un crecimiento de la resistencia con las fibras de acero dentro del concreto.

Esta investigación nos permite entender las mejorías consecuentes debido al uso de fibras de acero para el estado plástico y endurecido del concreto respectivamente.

**Lao (2007)** en su investigación de titulación “Utilización de fibras metálicas para la construcción de concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa. Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú 2007” establece como objeto general estudiar y establecer las mejorías del empleo de las fibras en la construcción de pavimento rígido en la ciudad de Pucallpa. Asimismo, se empleó el enfoque cuantitativo y un diseño experimental para su investigación, ubicándose en un nivel de investigación descriptivo y explicativo.

Concluyó que el añadir las fibras metálicas provoca que la trabajabilidad de la mezcla disminuya, lo que significa que el asentamiento o slump se reduzca. Además, la colocación de estas fibras es rápida y de fácil aplicación garantizando una correcta distribución en la mezcla del concreto.

Esta investigación nos permite analizar la aplicación de las fibras metálicas en el concreto resultando ser sencilla y rápida, aparte de mejorar las propiedades mecánicas del concreto por lo que identificamos una ventaja de costo y tiempo de obra, ya que para la aplicación no se requiere de mano calificada y su ejecución es mucho más rápida.

## 1.2.2 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

**Mármol (2010)** en su investigación de maestría “Hormigones con fibras de acero, características mecánicas, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España 2010” establece como objetivo general demostrar una entrada de conocimiento a los tres tipos de hormigones reforzados con fibras más usados: acero, vidrio y polipropileno, y consecutivamente se ejecutará un resumen de resultados conseguidos por medio de los ensayos. Además, la tesista empleó una investigación cuantitativa y con un diseño investigación experimental, encontrándose dentro del nivel de investigación descriptivo y explicativo.

Finalmente concluyó que cada tipo de fibra puede mejorar de manera general las características o propiedades mecánicas del hormigón. Por otro lado, las de vidrio son empleadas en elementos prefabricados, pero en elementos estructurales no se llegan a usar debido a la reacción negativa que presentan con los álcalis del cemento; asimismo las fibras del tipo polipropileno se aplica en el concreto para incrementar la resistencia al impacto, pero no son aplicables estructuralmente. Finalmente, las fibras de acero o metálicas en relación a las otras fibras resulta ser más costosa, reduce la trabajabilidad de la mezcla y favorece a la aparición de erizos lo que no limita su utilización.

Esta investigación nos permite conocer acerca de otros tipos de fibras y su aplicación en el ámbito de las obras civiles con la finalidad de conseguir mejoras en el concreto.

**Rojas (2014)** en su investigación de maestría “Estudio de viabilidad de utilización de fibras de acero para hormigones convencionales y autocompactantes, Universidad Politécnica de Catalunya. Catalunya, España 2014” establece como objeto general efectuar un cuadro comparativo entre el hormigón autocompactante y hormigón convencional reforzado con fibras metálicas, que permita identificar las ventajas y desventajas con relación al tipo de hormigón. Asimismo, la autora empleó el enfoque cuantitativo para su investigación de diseño experimental, encontrándose dentro del nivel descriptivo.

Finalmente concluyó que el HACRF obtuvo un mejor comportamiento debido al uso

mayor de fibras en comparación al HCRF. Debido al diseño del hormigón autocompactante y su resistencia elevada hace que requiera una menor cantidad de fibras, aunque requiera el empleo de materias primas en mayores cantidades.

Esta investigación nos permite conocer la aplicación de las fibras en distintos tipos de concreto que presentan diferente diseño de mezcla, además de las variaciones que causa a nivel de propiedades.

**López (2015)** en su investigación de maestría “Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F, México 2015” establece como objetivo general promover y explorar nuevos usos de aplicación de estos tipos de fibras en elemento prefabricado, muros de contención, losas rígidas, losas de menor espesor y en todo tipo de estructura donde demande una correcta seguridad estructural con espesores y refuerzos reducidos. Asimismo, el autor empleó el enfoque cuantitativo, diseño experimental y nivel de investigación explicativo para la investigación de su tesis.

Llego a la conclusión que tanto las fibras de acero y las macrofibras de polipropileno influyen en el concreto tanto en su estado fresco y endurecido.

Esta investigación nos permite conocer en que otras estructuras se pueden aplicar las fibras metálicas, así como las macrofibras de polipropileno significando esto un ahorro, mayor resistencia y mayor durabilidad de los mismos elementos en comparación con el concreto simple.

## **1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA**

### **1.3.1 FIBRAS METÁLICAS.**

Acerca del refuerzo con fibras, Montalvo sostiene:

“El refuerzo con materiales fibroso realizados manualmente se vincula fuertemente a los egipcios, quienes desarrollaron la técnica de refuerzo con fibras naturales para la fabricación de ladrillos proporcionándole mayor resistencia y mejor manejabilidad después del secado al sol” (2015, p. 11)

Para Maccaferri:

Las fibras metálicas “son filamentos, producidos de distintas formas, dimensiones; aplicado al concreto y mortero. Su principal función es disminuir la aparición de fisuras, como también la propagación en estructuras como losas de pisos, pavimentos, shotcrete, cobertura de túneles y elementos prefabricados” (2007, p.3).

El campo de aplicación de las fibras metálicas es amplio y trae consigo ventajas y beneficios tanto para el proyecto y representantes del proyecto.

Según el ACI (2010):

Un concreto reforzado con fibras está compuesto de cemento, agregados tanto finos como gruesos, y también fibras. Este concreto reforzado con fibras presenta una mayor energía a la rotura, reemplazando parcialmente o completamente los métodos más usados en la construcción, con acero corrugado. Cabe resalta que las fibras desarrollan un aumento en la resistencia a la aparición de grietas o fisuras, como también el incremento de otras propiedades.

Se define a las fibras de acero o metálicas como el material que se agrega al concreto, utilizado para mejorar y aumentar su resistencia a sollicitaciones. Se emplean mayormente para pavimentos rígidos, túneles, muelles y otros. Si se aplicase el concreto normal, sin las fibras, es posible que se fisuren.

Para Oré:

“Las fibras de acero o metálicas cumplen lineamientos de la norma americana ASTM C-1116 o la norma europea EN 14889 para poder identificarlas en grupos: por el material pueden ser sintético, de acero, de vidrio o fibras naturales; por su funcionalidad, geometría y dosificación”. (2016, p.127).

Siguiendo con lo que menciona Oré, las fibras se clasifican en dos grupos, que son las microsintéticas y las macrosintéticas las cuales son conocidas como microfibras y macrofibras respectivamente.

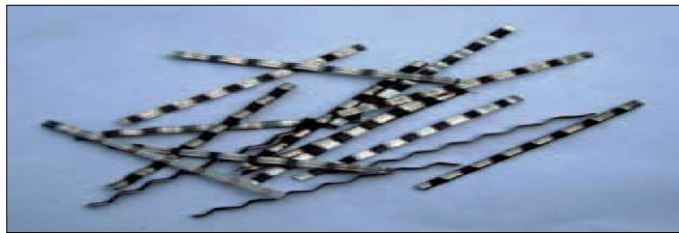


Figura 1. Las fibras metálicas.

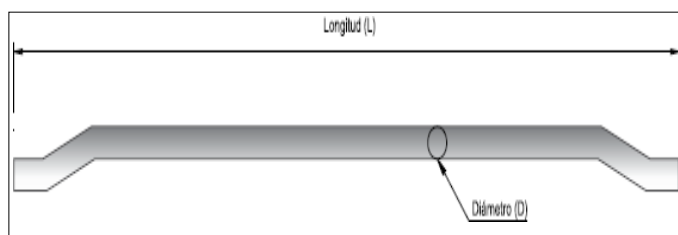


Figura 2. Características geométricas de la fibra.

Existen diferencias con las microfibras y macrofibras. Cuando el diámetro de la fibra es menor a 0.05 mm son microfibras sean sintéticas; en cambio, las fibras de acero llegan a tener un diámetro de 0.05 a 2 mm siendo macrofibras. (SIKA, 2016, p. 129).



Figura 3. Tipos de macrofibras.



Para Z aditivos (2017):

Las Fibra Metálica Z, son fibras de acero fabricada bajo carbonado al frio para el aumento de la tenacidad del concreto que cumplen la norma ASTM A820, ASTM C94, ASTM A116, ASTM A108. Presentan ventajas como gran resistencia a flexión, mejor resistencia a los impactos, notable resistencia a la fatiga, aumenta y mejora las propiedades mecánicas del concreto, reemplaza a la malla convencional, reduce el ciclo de trabajo. Se emplea comúnmente en reparaciones de túneles, muelles, soporte de terreno, estabilización de taludes, pisos industriales tráfico pesado, prefabricados. Su uso lleva automáticamente a una reducción de los gastos de armado y del tiempo de ejecución (p. 87).

### **1.3.2 EL CONCRETO:**

Respecto al tema, Pacheco menciona:

Es el material más representativo empleado en las obras civiles, resultante de una mezcla homogénea; el cemento al combinarse con el agua forma una pasta cementicia la cual tiene propiedades adhesivas. Los agregados son la piedra chancada y arena gruesa. Opcionalmente, se añade a la mezcla ciertas sustancias denominadas aditivos con el fin de variar o mejorar alguna o algunas de las características o propiedades del concreto. Después de todo el proceso de mezclado se obtiene una masa plástica que, colocadas dentro de estructuras encofradas, endurecen, adquiriendo la forma y medida deseada. (2016. p. 165).

Abanto (2017, p. 20) indica que:

El cemento Portland es el material más relevante del concreto, el cual tiene un volumen de entre el 7% al 15% de la mezcla, dentro de sus propiedades más relevante esta la adherencia y la cohesión que aseguren una buena resistencia a la compresión.

Los agregados o materiales inertes son el segundo componente, son de forma granular que se han dividido en agregados finos (arenas) y agregados gruesos (gravas). Estos componentes ocupan mayor volumen de la mezcla siendo entre el 60% al 75%, por lo cual es importante asegurar la calidad de estos materiales, finalmente como tercer componente está el agua que ocupa el 14% al 18% del volumen de la mezcla.

Se sabe que la mezcla del cemento y el agua da paso a la formación de una pasta de cemento la cual cumple la función de material aglomerante la cual facilita la adhesión de todos los componentes de la mezcla del concreto en estado plástico o fresco. De la misma forma esta pasta una vez endurecida colabora en la resistencia mecánica y durabilidad del concreto.

Finalmente, en todo concreto existe un porcentaje de aire atrapado que llega a estar entre el 1% al 3% del volumen de la mezcla.

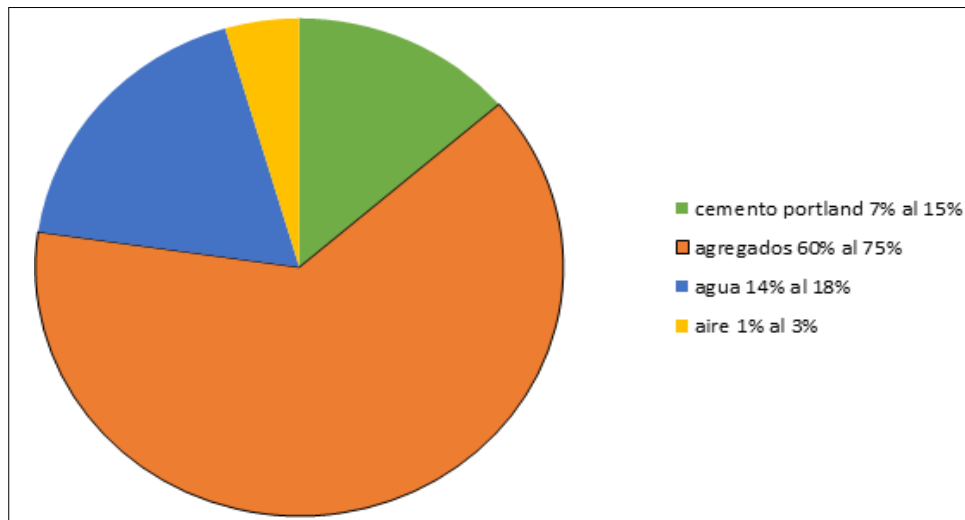


Figura 4. Porcentajes de elementos del concreto.

Para UNICON (2107):

“Los componentes y el producto final pasan por un control los cuales son ensayados según el RNE y el ACI - 318 verificando que cumplan con lo establecido en dichas normas”

Tanto la arena gruesa y la piedra chancada deben ser controladas, con esto nos referimos a que se debe conocer sus propiedades físicas, así como su granulometría estas mismas propiedades influyen en el diseño de mezcla.

### 1.3.3 CEMENTO

Al respecto Pasquel menciona que:

Es en el año 1845, que se desarrolla el cemento portland moderno, y que consistía en la trituración de rocas calcáreas con rocas arcillosas en ciertas proporciones y colocar el polvo obtenido a temperaturas sobre los 1300 °C produciéndose la materia prima llamada Clinker, constituido principalmente por pelotas o aglomerados endurecidos de distintos tamaños, las cuales son molidas junto con el yeso para obtener el producto final el cual se caracteriza por ser un polvo sumamente fino. (2000, p. 6).

El cemento, como se mencionó con anterioridad es el elemento principal del concreto que ocupa entre el 7% y 15% del volumen total de la mezcla, a pesar de su poca concentración dentro de la mezcla con respecto a los agregados que ocupan un 60% a 75% es el elemento que al reaccionar con el agua va a proveer de resistencia al concreto una vez ya endurecido.

Al combinarse el cemento portland con el agua permite al concreto adquirir algunas propiedades tanto para su estado fresco y su estado endurecido, la relación entre el agua y cemento "a/c", es la que nos permitirá llegar a la resistencia deseada.

### **1.3.4 TIPOS DE CEMENTO**

#### **1.3.4.1 CEMENTO TIPO I**

Este tipo de cemento es el más comercial usado en todo tipo de estructuras de concreto donde las estructuras no requieren propiedades especiales.

#### **1.3.4.2 CEMENTO TIPO II**

Se caracteriza por su moderada capacidad de resistencia a los sulfatos y su moderado calor de hidratación, es decir el cemento genera su propio calor en reacción con el agua, comúnmente se usa en lugar con climas agresivos o en vaciados masivos.

#### **1.3.4.3 CEMENTO TIPO III**

Se caracteriza por ser un cemento que desarrolla rápido la resistencia, con un elevado calor de hidratación, el cual genera un rápido fraguado y endurecimiento, generalmente se emplea este cemento cuando se requiere adelantar o poner en servicio las estructuras.

#### **1.3.4.4 CEMENTO TIPO IV**

A diferencia de los otros tipos de cemento, este presenta un bajo calor de hidratación, es decir el concreto demora más tiempo en fraguar, por lo general se emplea este tipo de cemento cuando existe vaciado masivo de concreto.

#### **1.3.4.5 CEMENTO TIPO V**

Este tipo de cemento se caracteriza por su alta resistencia a los sulfatos, se emplea para estructuras que serán vaciadas contra terreno donde existe una alta presencia de sulfatos que pueden perjudicar concreto y acero.

En el mercado el cemento tipo v ya no existe, es su defecto y con propiedades similares está el cemento tipo HS.

#### **1.3.4.6 CEMENTO TIPO IS**

Es el cemento que contiene entre un 25% a 70% de escoria respecto al peso total.

#### **1.3.4.7 CEMENTO TIPO ISM**

Es aquel cemento el cual en su composición contiene menos de 25% de escoria.

#### **1.3.4.8 CEMENTO TIPO IP**

Es el cemento con puzolana con un porcentaje que oscila entre el 15% y 40% del contenido total.

#### **1.3.4.8 CEMENTO TIPO IPM**

Cemento con puzolana menor de 15% del peso total.

En resumen, en el mercado el nacional existe todos estos tipos de cemento los cuales son requeridos por muchos ingenieros proyectistas dependiendo de la ubicación geográfica, el elemento estructural el cual estará sometido a cargas, las cargas actuantes sobre dicha estructura, el tiempo al cual será puesto a servicio la estructura.

### 1.3.5 AGUA DE MEZCLA

“Es importante para la hidratación, absorción y combinación del cemento y desarrollo de sus propiedades, al mezclarse con el cemento se produce lo cual se conoce como pasta, y es su adecuada relación a/c para obtener las resistencias deseada” (ICG, 2014, p. 67).

### 1.3.6 AGREGADOS

“Son elementos de origen natural, llamados como elementos inertes que son aglomerados o combinados con el cemento y agua para así obtener una estructura resistente” (Pasquel, 2000, p. 22).

### 1.3.7 AGREGADO FINO

Para Rivera (2004), son “elementos que se obtienen mediante el proceso de desintegración de manera natural o artificial, y pasan el tamiz 3/8” para ser considerado como fino” (p. 18).

Para Abanto, los agregados finos son:

Los que pasan la malla N°50 y N°100 afectan la facilidad de lograr buenos acabados, la norma NTP 400.037 indica los límites para el graduado del material fino. En granulometría son considerados como material fino los que son retenidos en los tamices N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100. (2017, p. 68).

**Tabla 1.** *Requisitos granulométricos para el agregado fino.*

<b>Tamiz</b>	<b>porcentaje que pasa</b>
3/8"	100%
N° 4	95% a 100%
N° 8	80% a 100%
N° 16	50% a 85%
N° 30	25% a 60%
N° 50	05% a 30%
N° 100	0% a 10%

Fuente: Abanto, 2017.

### **1.3.8 AGREGADO GRUESO**

Al respecto Pacheco, menciona:

“Son elementos que se obtienen mediante el proceso de desintegración de manera natural o mecánica de las rocas, se considera material grueso a los retenidos en el tamiz N° 4” (2016, p. 75).

### **1.3.9 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS AGREGADOS**

#### **1.3.9.1 Peso específico de agregados**

Definido como la relación del peso de los agregados dividido entre el volumen de sólidos solamente, esto quiere decir que no se toma en consideración los vacíos presentes en los agregados.

#### **1.3.9.2 Peso unitario de los agregados**

Representado como la división entre el peso de los agregados con el volumen total, es decir agregados y vacíos.

#### **1.3.9.3 Análisis granulométrico de agregados**

La granulometría hace referencia a la distribución volumétrica de los agregados finos y gruesos después del ensayo de tamices (ASTM C136). Los tamices o mallas son normalizadas, para el agregado fino se emplean los tamices N°4; 8; 16; 30; 50 y 100, mientras que para el agregado grueso se considera las que son detenidos en el tamiz N° 4.

Para el análisis granulométrico tanto el agregado fino y agregado grueso cumple con la norma ASTM C-33 y NTP 400.37.

#### **1.3.9.4 Porcentaje de contenido de humedad**

La determinación del contenido de humedad de los agregados, se realiza mediante cuatro estados a los que pondremos dichos agregados, en principio tenemos a los agregados totalmente secos, semi seco, saturados superficialmente seco y húmedo. Cuando se realiza los cálculos de diseño de mezcla solamente se trabaja al agregado en el estado saturado y superficialmente seco, el cual hace referencia a los agregados con poros totalmente llenos de agua y libre de humedad

superficial respectivamente.

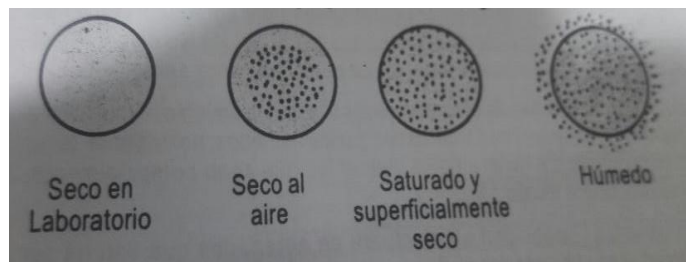


Figura 5. Contenido de humedad.

### 1.3.10 ADITIVOS

Respecto al tema, Pasquel opina que:

“Es en los años cincuenta donde se desarrollan los incorporadores de aire, iniciando una nueva etapa para el concreto, ya que es el comienzo para el desarrollo de nuevos productos que mejoran y perfeccionan sus propiedades” (2000, p. 27).

Para Biondi (2017): los aditivos son “elementos agregados a los materiales primarios del concreto con el fin de alterar sus propiedades y hacerlo mejor para cualquier fin” (p. 106).

Según Abanto (2017)

“el aditivo es un material diferente al cemento, a la piedra, a la arena o al agua, los aditivos son elementos que se colocan dentro de la mezcla, con el fin modificar las características mecánicas del concreto” (p. 17).

### 1.3.11 CONCRETO EN ESTADO PLÁSTICO

Para De La Cruz y Quispe (2014):

Una vez definido los agregados adecuados para el concreto, analizaremos las características o propiedades del concreto plástico o fresco recién mezclado. El desarrollo de las características o propiedades a un largo tiempo como la resistencia, estabilidad del volumen y la durabilidad del concreto dependerán de la buena compactación, la consistencia, la adecuada relación a/c del concreto fresco. Asimismo, la calidad del concreto fresco depende fundamentalmente de los procedimientos de análisis de las propiedades que aportan los agregados en porciones representativas, y de los ensayos o pruebas que se efectúan en el concreto fresco. (p. 77).

Ciertas características del concreto en su estado endurecido, depende mucho de las características del concreto en su estado fresco, así como también de los agregados, su granulometría y el agua en la mezcla.

Unas de las propiedades más relevantes del concreto en estado plástico es la trabajabilidad la cual está influenciada por la pasta, que es dada por la cantidad de agua que tiene la mezcla, y la proporción adecuada entre agregados gruesos y agregados finos. La consistencia, la cual está definida como la fácil aplicación del concreto depende del agua que existe en la mezcla. (Condori, 2016. p. 84).

### **1.3.12 PROPIEDADES PRINCIPALES DEL CONCRETO FRESCO**

#### **1.3.12.1 CONSISTENCIA**

Para Pasquel (2000):

“Definida como la facilidad o dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto, influenciada principalmente por la pasta de cemento” (p. 71).

Cuando la mezcla de concreto está en reposo, después vaciado, colocado y compactarlo en el cono de Abrams, se inicia un proceso de asentamiento y sangrado que consisten en el descenso de los agregados gruesos, y el ascenso del agua respectivamente.

Cuando en el concreto se produce el sagrado o exudación en exceso se le considera no aceptable porque provocan la formación de capas en el concreto, el cual generaría un concreto de menor resistencia y menos durable debido a la mayor concentración de agua en la parte superficial.



Por medio de la consistencia clasificamos a las mezclas en:

- Cuando el asentamiento de la mezcla está entre 0" y 2", se denomina mezcla seca.
- Cuando se observa un asentamiento está entre 3" y 4" pulgadas, se conoce como mezcla plástica. Este tipo de mezcla es el más usado en todo tipo de obra.
- Cuando se tiene asentamiento está entre 5" o más pulgadas, la mezcla es conocida como fluida, este tipo de mezcla es empleada para vaciado de concreto mediante el uso de bombas estacionarias o bomba tipo plumas.

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	METODO DE COMPACTACION
Seca	0" a 2"	poco trabajable	Vibración normal
Plastica	3" a 4"	trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida	> 5"	muy trabajable	Chuseado

Figura 6. Clasificación de mezcla según su consistencia.

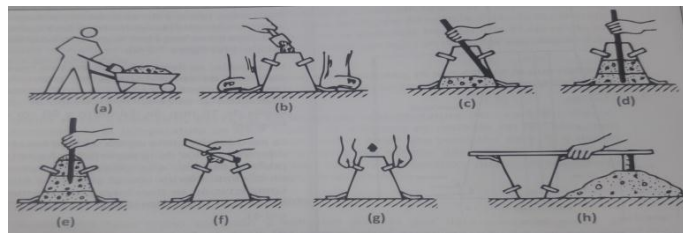


Figura 7. Ensayo de slump.

Las propiedades de un concreto reforzados con fibras de acero o metálicas en su estado plástico o fresco se ven afectado por el tipo, geometría y cantidad de fibra a emplear en la mezcla. Un concreto recién mezclado debe ser trabajable lo cual garantice su fácil manipulación, transporte y colocación. El método para evaluar esta propiedad es mediante el cono de abrams (Condori, 2016. p.85).

Para Quispe:

“El ensayo del cono de Abrams brinda la información necesaria para clasificar una mezcla e importante para el control de calidad de la mezcla” (2014, p. 79).

### **1.3.12.2 CONTENIDO DE AIRE**

Según De La Cruz y Quispe (2014):

La mezcla de concreto siempre tendrá un porcentaje de aire atrapado en los materiales usados ya sea cemento, arena gruesa, piedra chancada y el agua. El porcentaje del aire depende principalmente de las características físicas del agregado, el método o la forma de compactación y de las cantidades de elementos que se han utilizado para el mezclado. Comúnmente el porcentaje del aire varía del 1% al 3% del volumen total de la mezcla, sin embargo, este valor puede ser modificado cuando el concreto está expuesto a variaciones de temperatura, para tal caso se hace uso de aditivo incorporadores de aire, lo cual influye en el aumento del volumen de aire en la mezcla. Se conoce tres métodos para obtener el contenido de aire total en la mezcla los cuales son: método gravimétrico, método volumétrico y el método de presión. De estos métodos el que arroja mayor exactitud es el método de presión, el cual mide la relación entre el volumen de aire y la presión aplicada. Cabe resaltar que para tal ensayo no se requiere conocer las proporciones de la mezcla o las propiedades de los agregados, el porcentaje aire se obtiene directamente. (p. 79).

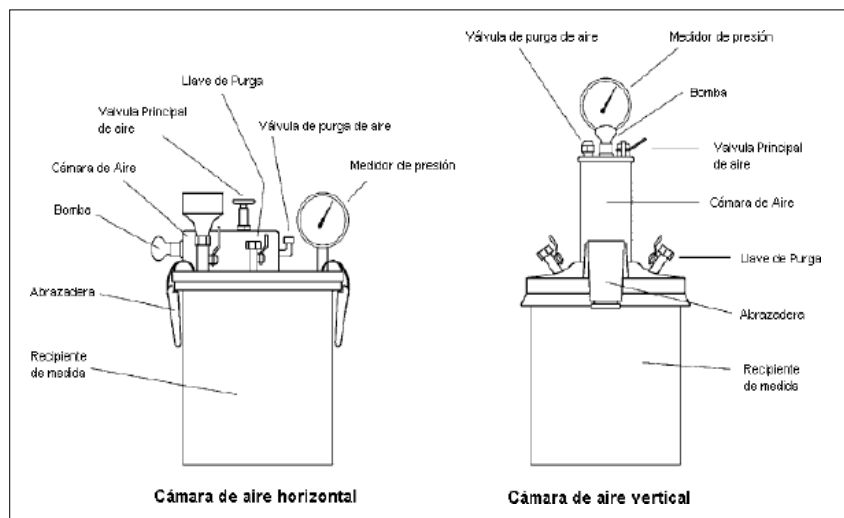
Respecto al tema, Lao (2007) comenta que:

“Existe un pequeño porcentaje de aire atrapado en la mezcla, debido al aire presente en los materiales inertes. Se obtiene porcentajes aproximados de aire atrapado en la norma ASTM C 33, en mezclas sin aire incorporado, para diferentes tamaños de agregados” (p. 79).

**Tabla 2: Porcentaje de aire atrapado en la mezcla.**

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
$\frac{3}{8}''$	3,0 %
$\frac{1}{2}''$	2,5 %
$\frac{3}{4}''$	2,0 %
1''	1,5 %
1 $\frac{1}{2}''$	1,0 %
2''	0,5 %
3''	0,3 %

Fuente: Lao, 2007.



*Figura 8. Aparato medidor tipo B, adaptada a la ASTM C 213-09.*

### **1.3.13 CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO**

La fabricación del concreto tiene distintas fases y estados, las cuales debemos tener en consideración para poder conseguir propiedades adecuadas dentro del concreto fresco, las cuales cumplan con los estándares de calidad, después que el concreto fresco ha fraguado comienza a endurecer y por ende a ganar resistencia. Es ahí donde se obtiene el concreto endurecido, caracterizado por sus propiedades de resistencia y durabilidad, las cuales medidas mediante ensayos, en dicho estado la propiedad más importante es la resistencia final la cual se determina mediante una probeta a ensayo de compresión. (Quiroga, 2012. p. 30).

Al respecto Condori, menciona:

“El concreto una vez fraguado en su totalidad comienza a obtener sus propiedades por lo cual es importante realizar ensayo de resistencia a las probetas después de 28 días obtenidas las muestras, en otros casos se realiza los ensayos a edades diferentes” (2016. p. 106).

### **1.3.14 PROPIEDADES PRINCIPALES DEL CONCRETO ENDURECIDO**

#### **1.3.14.1 LA RESISTENCIA**

Para Guevara (2008):

La resistencia es la propiedad más relevante de un concreto, cada estructura tendrá una resistencia de diseño desde que se elabora la mezcla. También es definida como la máxima carga a la que estará sometido la estructura del concreto. En muchos casos la calidad del concreto depende de su resistencia a compresión, debido que el concreto está destinado a soportar dichos esfuerzos. La resistencia del concreto está influenciada principalmente por el contenido de agua en la mezcla. (p. 319).

Para Pasquel (2000), la resistencia:

“Es una propiedad del concreto para soportar cargas y esfuerzos, presentando una mejor respuesta al esfuerzo a compresión en comparación con la tracción, esto se debe principalmente a las propiedades de la pasta de cemento, la cual se ve influenciada principalmente por la relación agua /cemento” (p. 31).

### 1.3.15 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Respecto al tema Moy (2013):

Según lo mencionado con anterioridad, la resistencia está definida como la capacidad de soportar cargas y esfuerzos. El concreto tiene una mejor respuesta frente los esfuerzos y cargas a compresión, pero no a las cargas y esfuerzos a tracción. En todo concreto la relación agua/cemento es fundamental para la resistencia a compresión, también influyen el tiempo de mezclado, la temperatura, los agregados y el curado del concreto, puesto que si no se realiza el correcto curado existe el riesgo de no poder alcanzar las resistencias adecuada del concreto. (p. 29).

La resistencia a la compresión del concreto, se determina mediante el ensayo aplicado a muestras cilíndricas normalizadas, para tales ensayos se emplea la NTP 339.034.

El manual de la construcción del ICG (2014) define:

“El ensayo de resistencia a la compresión se ejecuta a los 28 días después del vaciado, y se realiza en muestras cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, sometidas a altas cargas incrementadas relativamente rápida” (p. 71).

Para Pacheco:

La calidad del concreto endurecido se debe principalmente a su resistencia a la compresión a la cual se le asigna el símbolo “f’c” y se refiere a la resistencia que se desea lograr a los 28 días. En la mayoría de proyectos la resistencia se encuentra entre 140 kg/cm<sup>2</sup> hasta 350 kg/cm<sup>2</sup> pudiendo ser mayores en proyectos especiales. (2016, p. 170).

El cálculo de la resistencia se obtiene dividiendo la fuerza máxima aplicada expresada en kilogramos, entre el área de la sección transversal expresada en centímetros cuadrado.

### **1.3.16 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

Para Abanto:

“Debido a que la resistencia del concreto se determina después de 28 días; la mezcla del concreto se diseña para obtener una resistencia superior a la resistencia solicitada, de tal manera se pueda reducir o minimizar el riesgo de no alcanzar la resistencia especificada” (2017. p. 36).

Los ensayos a compresión se llevan a cabo en laboratorios con máquinas de ensayos de compresión certificadas y calibradas, el valor obtenido se obtiene mediante la división de la carga y el área de la sección donde se aplicada la carga. Es importante mencionar que el diseño de mezcla se elabora para producir una resistencia superior con el fin de minimizar el riesgo de no cumplir con la resistencia requerida.

### **1.3.17 METODO DEL ENSAYO A LA COMPRESIÓN**

Según Rivera (2000), menciona:

“Se usan probetas cilíndricas metálicas con base de 15 cm de diámetro y 30 cm de alto; para cada edad del concreto se debe ensayar mínimo dos muestras cilíndricas y trabajar con el valor promedio. Antes de todas las paredes de las probetas se deben aceitar; para la colocación de la mezcla dentro de la probeta se realiza en tres capas, cada capa debe ser bien compactada la cual se realiza con una varilla de acero liso de 60 cm de longitud y 16 mm de diámetro, la punta debe ser redondeada. El molde cilíndrico se llena con concreto en primera instancia solo un tercio de su altura aproximadamente, compactándolo con la varilla de acero dándole 25 golpes verticales. Dicho proceso se repite en las dos capas siguientes, pero teniendo en cuenta que la varilla solo debe penetrar hasta la capa precedente, finalmente en la última capa se coloca todo el material, para poder enrazar a tope el molde. (p. 36).

Antes de todo el proceso mencionado anteriormente, las probetas después sacadas del curado se proceden a secar y a pesar y es ahí donde recién se realiza el ensayo a compresión de cada probeta tomando los valores de sus diámetros con un vernier tanto arriba y al medio de la probeta.

La muestra cilíndrica es sometida a una carga máxima la cual dividida entre su sección transversal se obtiene la resistencia a compresión del concreto. Para este método se aplica un esfuerzo a una determinada velocidad entre 1.5 y 3.5 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual equivale a una velocidad de aplicación de carga entre 16 y 38 toneladas por minuto (Condori, 2016. p. 87).

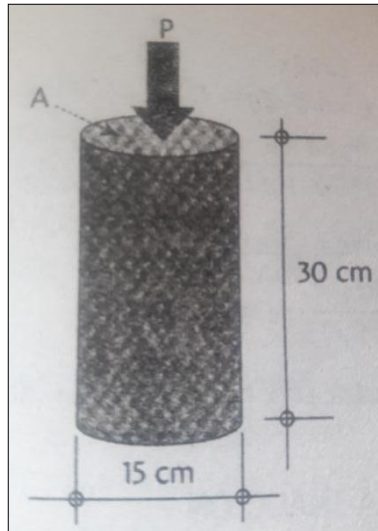


Figura 9. Probeta cilíndrica de concreto.

### 1.3.18 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Según Condori (2015):

“la deformación que presenta un elemento estructural largo en una dirección perpendicular a su eje longitudinal se denomina flexión. Se entiende el termino largo cuando una dimensión es más predominante frente a las otras” (p. 87).

La resistencia a la flexión del concreto es menor en comparación a la resistencia a la compresión, esto aplica para pavimentos de concreto rígido; esto se debe a los esfuerzos de compresión que se da en la superficie por el contacto entre las llantas de un vehículo y el pavimento que son iguales a la presión de inflado de las llantas. Por consiguiente, la resistencia a la compresión no es el factor determinante de la calidad del concreto para pavimentos, sino la resistencia a la flexión, debido al paso de los vehículos, ubicación de quipos y máquinas además de las diferencias de temperatura las que hacen que un lado de la losa este sometida a tensión y el otro lado a compresión, siendo variables estos esfuerzos. La flexión en muchos casos se controla o minimiza por medio del refuerzo de acero corrugado, pero no es económico debido a que normalmente se tendría que utilizar una o dos capas de acero de refuerzo. (Montalvo, 2015. p. 23).

### **1.3.19 MÈTODO DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

Para De La Cruz (2014):

Esta resistencia a la flexión se representa como el módulo de rotura ( $M_r$ ) que se da al someter a cargas una viga de sección cuadra de 15 cm y 50 cm de largo, la cual es apoyada sobre dos soportes que tienen una distancia de 45 cm y aplicando una fuerza a los tercios de la luz libre a 15 cm de cada extremo hasta que la falla ocurra (p. 87).

Para Condori (2015):

“Este ensayo consiste principalmente en colocar en posición horizontal la viga, apoyada en dos soportes en sus extremos, y aplicar a todo lo ancho de la viga dos fuerzas iguales a los tercios del claro” (p. 55).

#### **1.3.19.1 PROCEDIMIENTOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN**

- Tenidas las vigas a ensayar de empieza a realizar los trazos rectos en dos caras para poder ubicar los apoyos adecuadamente.
- Se registra las dimensiones de las vigas y pasan a ser registradas.
- Se colocan la viga en la máquina de ensayo, y se hace coincidir las líneas del trazado con las piezas de apoyo y de carga respectivamente.
- Una vez realizado todos los pasos anteriores se procede a aplicar la carga hasta producir la rotura de la viga.
- Una vez ocurrida la falla se pasa a tomar registro de la carga máxima.



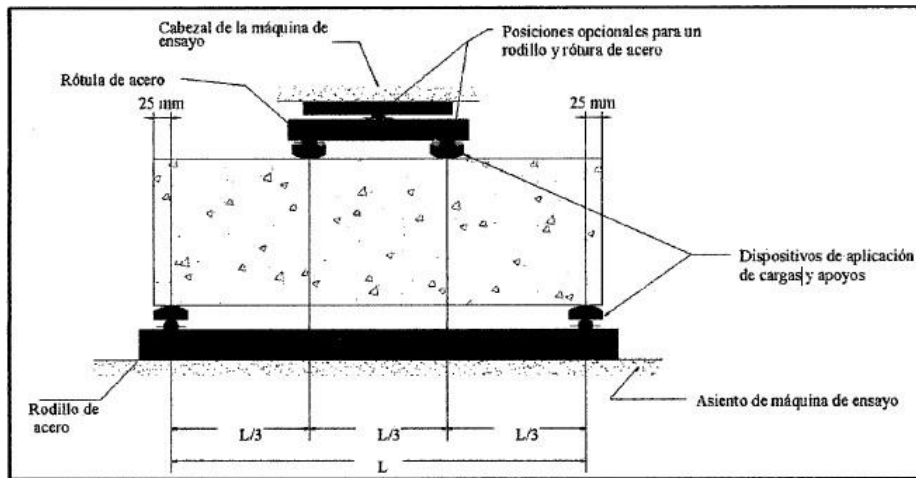


Figura 10. Prueba de ensayo a flexión del concreto.

## 1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Para Hernández (2004):

La formulación del problema consiste en indicar más detalladamente la idea de la investigación. En muchos casos la formulación del problema puede ser inmediato, o llevar una cantidad considerable de tiempo; esto se debe a que tanto conoce el investigador acerca del tema a tratar, del conocimiento de estudios antecedentes, el empeño y habilidades personales del investigador. (p, 36).

### 1.4.1 PROBLEMA GENERAL

“El problema especifica o menciona la relación que existe entre dos o más variables; el cual será formulado en pregunta, será observado y probado en la realidad, es decir será sometido a una prueba empírica” (Lopera, 2012, p. 21).

Según Arias (2006):

“Un problema general se define como la naturaleza que existe entre el enfoque de la investigación y el espacio, tiempo y población” (p. 41).

La presente investigación tendrá como problema general

- ¿De qué manera influye las fibras metálicas en el concreto simple aplicado a losas de pisos industriales?

## **1.4.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

Calizaya (2013), no indica:

“Teniendo un problema general se realizan los problemas específicos, para la realización de estos tipos de problemas se debe combinar las variables y las dimensiones” (p. 18).

El proyecto de investigación presentará tres problemas específicos:

- ¿Cuál es la relación entre las fibras metálicas y el concreto en su estado plástico?
- ¿Cuál es la incidencia de las fibras metálicas aplicado al concreto endurecido?
- ¿De qué manera influye las fibras metálicas en un concreto simple comparado con un concreto armado?

## **1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

Para Pérez (2014):

“La justificación se define como la defensa mediante explicaciones indiscutibles para la elaboración de un estudio o investigación, además explica la utilidad de la investigación” (p. 18).

Para este proyecto de investigación mencionaremos tres tipos de justificación:

### **1.5.1 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA:**

Diversas investigaciones mencionan que el refuerzo mediante fibras metálicas mejora las propiedades estructurales del concreto, tales como su resistencia a la flexión y módulo de elasticidad, y lo más importante es el control y reducción de grietas y fisuras durante la vida útil del elemento. (Condori, 2015. p. 3).

Para Mármol (2010):

“Para el diseño y construcción de losas industriales se plantean como una nueva metodología el uso de las fibras de acero o metálicas, cambiando así los métodos y procesos constructivos convencionales” (p. 6).

El estudio experimental que presenta el proyecto de investigación pretende dar a conocer informaciones confiables, las cuales servirán como referencia para estudiantes y profesional de la carrera ingeniería civil que pretenda conocer acerca de esta nueva metodología de refuerzo del concreto mediante fibras de acero o metálicas para pavimentos rígidos o losas de pisos industriales, de tal manera poder reducir costo y tiempo de ejecución en comparación a los procedimientos convencionales para estos tipos de estructuras. El estudio experimental de la investigación consiste en el análisis de ensayos al concreto en su estado fresco y endurecido, todos estos ensayos se realizarán en un laboratorio de concreto certificado.

### **1.5.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA:**

El reforzamiento con fibras metálicas reduce los costos de mantenimiento de estos elementos estructurales tanto en gastos por material y mano de obra. El empleo de las fibras en el concreto está avanzando a gran velocidad en las industrias del sector construcción, esto se debe principalmente a las nuevas tendencias de diseño y construcción. (Beresovsky, 2013, p. 12).

Con el uso de fibras metálicas se puede construir un nuevo método económico, ya que al usar estas fibras extendemos la vida útil de las losas de pisos industriales en temas de mantenimiento con el cual garantizamos un buen servicio.

### **1.5.3 JUSTIFICACIÓN SOCIAL:**

Un concreto reforzado con fibras de acero o metálicas presentan distinto comportamiento en comparación al concreto simple, esto nos permite aplicar una nuevos usos y aplicaciones en el sector de construcción para nuestro país. Las fibras no solo se aplican a losas de pisos sino también a elementos verticales tales como columnas y placas, mejorando las propiedades mecánicas de las estructuras de concreto, con el cual se estaría extendiendo la vida útil de dichos elementos y de esta manera se obtiene mejores resultados tanto en servicio y comodidad a la población (Condori, 2016, p. 4).

## **1.6 HIPÓTESIS**

### **1.6.1 HIPÓTESIS GENERAL**

Para Chávez (2012):

“La hipótesis general busca dar una respuesta anticipada de manera desarrolla al problema general que el autor o investigador formula en función a las variables” (p. 15).

Como hipótesis general de la investigación se plantea la siguiente:

- La adición de fibras metálicas influye considerablemente en el concreto aplicado a losas de pisos industriales.

### **1.6.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

Al respecto, Coimbra nos menciona:

“Identificado la hipótesis general podemos obtener las hipótesis específicas, mediante la relación de las variables y sus dimensiones. Las hipótesis específicas dan soporte a la hipótesis general para poder resolver los problemas planteados en la investigación” (2012, p. 22).

Planteamos las siguientes hipótesis específicas para la investigación:

- La adición de fibras metálicas influirá considerablemente en el concreto plástico.

Con fibras de diámetro 0.4 mm y longitud de 60 mm se observará una clara influencia en los ensayos de slump (consistencia) y en el porcentaje de aire contenido en la mezcla del concreto plástico también conocido como concreto fresco.

- Las fibras metálicas aumentaran las propiedades del concreto endurecido.

Las propias características de la fibra de acero o metálica, proporcionan mejoras físicas y mecánicas para las propiedades del concreto endurecido.

- El uso de fibras metálicas presenta ventajas físicas y económicas en el concreto en comparación al concreto armado.

Con un concreto reforzado con fibras metálicas se espera obtener ventajas físicas a nivel de sus propiedades en relación y comparación con el concreto reforzado con acero corrugado, así mismo identificar las ventajas económicas de un concreto con fibras metálicas.

## **1.7 OBJETIVOS**

Para Tamayo:

“Reside en manifestar lo que se quiere saber, lo que se espera alcanzar y lo que se proyecta realizar en la investigación” (2008, p. 138).

### **1.7.1 OBJETIVO GENERAL**

Cordones (2013), lo define como:

“El texto o enunciado claro y preciso para lograr alcanzar las metas de lo que se busca demostrar en una investigación” (p. 15).

Para el siguiente proyecto de investigación se establece como objetivo general:

- Analizar y determinar de qué manera influye las fibras metálicas en el concreto simple aplicado a losas de pisos industriales.

### **1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Al respecto, Russián nos dice:

“Para alcanzar el logro del objetivo general y la resolución del problema formulado se plantean estos objetivos específicos. Es importante plantear tantos objetivos secundarios o específicos como sean necesario para poder lograr alcanzar el objetivo general” (2012, p. 19).

Plantearemos los siguientes objetivos específicos para la presente investigación:

- Determinar la incidencia de las fibras metálicas en las propiedades del concreto plástico.
- Deducir si la adición de fibras metálicas influye en el concreto en su estado endurecido.
- Determinar las diferencias físicas y económicas de un concreto reforzado con fibras metálicas y un concreto armado.

## II. MÉTODO

## **2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

### **2.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN APLICADA**

La aplicación de conocimientos y resultados de la investigación nos permite conocer la realidad de una forma rigurosa, organizada y sistemática. También se conoce como investigación práctica o empírica la cual se caracteriza porque busca aplicar los conocimientos obtenidos después de realizar y analizar la práctica basada en la investigación. (Murillo, 2014, p, 8).

Al aplicar conocimientos de temas en relación a tecnología del concreto y bases teóricas para el diseño de mezcla, ensayos, etc. y dar a conocer el desempeño de las fibras de acero o metálicas en el concreto indicamos que la presente investigación es aplicada. Se lleva a cabo con el fin de solucionar los problemas de la práctica o de la producción; donde buscamos descubrir o validar los métodos, técnicas, instrumentos o materiales que optimicen los procesos, y demostrar de tal manera las hipótesis en términos de eficaz o ineficaz.

### **2.1.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

Para Hernández:

“Es aquel nivel de profundidad con que se aborda o analiza una materia, un estudio o una investigación” (2012, p. 26).

Hernández, Fernández y Baptista (2010) “se tiene cuatro niveles o alcances de investigación con características distintas, tales como niveles exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos; para elaborar una investigación podemos incluir más de un tipo de nivel de investigación” (p. 47).

Establecemos un nivel de investigación de carácter descriptivo y explicativo, debido a que en la primera parte se describe temas relacionadas a las variables que son fibras metálicas y el concreto, y en la parte final adquiere un nivel de carácter explicativo que se dará mediante los resultados obtenidos de los ensayos en este proyecto de investigación.

### **2.1.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

Para Hernández:

“Es importante definir el diseño de investigación para conocer la metodología con la que se llevara a cabo la investigación” (2012, p. 28).

Para la realización del siguiente proyecto de investigación se aplicará un tipo de diseño experimental, debido a que para la realización de las pruebas y ensayos del concreto fresco y concreto endurecido haremos uso de equipos y herramientas dentro de un laboratorio certificado con el fin de identificar y observar las variaciones en las propiedades del concreto debido a la adición de fibras de acero o metálicas.

## **2.2 VARIABLES Y DEFINICIÓN OPERACIONAL**

### **2.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE**

Para Verdugo (2013):

“Otra forma de conocer a las variables independientes es como variables explicativas. Mediante la agrupación por jerarquía o relación con la variable dependiente se busca descubrir el objetivo general de la investigación” (p. 11).

Se fija como variable independiente para el presente proyecto:

- Las fibras metálicas.

### **2.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE**

Según Paz:

“Está representado como la variable que buscamos explicar, es decir será la variable que someteremos a ensayos, cuyos resultados o efectos serán obtenidos mediante la asociación o influencia de la variable independiente” (2015, p. 18).

El siguiente proyecto cuenta con la variable dependiente nombrada:

- El concreto



### 2.2.3 MATRIZ DE CONSISTENCIA

#### TÍTULO: EFECTOS DE LAS FIBRAS METÁLICAS EN EL CONCRETO SIMPLE APLICADO A LOSAS DE PISOS INDUSTRIALES, LIMA 2017

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V.I: Fibras metálicas	Tipos de fibras metálicas	Son fibras de acero carbonado terminando en frío que busca mejorar y aumentar la tenacidad del concreto. Entre las ventajas que ofrece figura su alta resistencia a la flexión, a los impactos y a la fatiga. Además, es resistente al corte y a la torsión, mostrando un aumento de la resistencia a las 24 horas. (Z Aditivos, 2017)	Conocer mediante encuestas el nivel de aceptación de las fibras por parte de profesionales en el uso de losa de concreto para pisos industriales, presentado fichas técnicas de las fibras metálicas.	Tipos de fibras metálicas	ESCALA ORDINAL
	Cantidad de fibras metálicas			Cantidad de fibras metálicas	
V.D: Concreto	Estado endurecido	El concreto también conocido como hormigón en otros países, está compuesto por una pasta de cemento y agua y los agregados como arena gruesa y piedra chancada resultando una mezcla que es muy resistente a la compresión. Esto se debe al endurecimiento de la pasta, el cual se da mediante una reacción química entre las partículas de cemento y agua. El concreto posee dos estados: el estado fresco y el estado sólido. Cada uno de estos posee distintas propiedades ya que varían en comportamiento y uso. (Montalvo, 2015)	Conocer y medir mediante diversos ensayos llevados en laboratorio, las distintas modificaciones que tendrá el concreto en relación a sus propiedades estructurales, como resistencia a flexión, módulo de elasticidad.	Resistencia del concreto	
				Mo. De agrietamiento	
	Trabajabilidad del concreto				
	Porcentaje de aire en el concreto				
Estado plástico	Relación de agua y cemento				

**AUTOR: MAURO LUIS CABALLERO LIVIA.**

## **2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **2.3.1 POBLACIÓN**

Wigodski, nos indica:

“Llamamos población al grupo total de sujetos, objetos las cuales tienen algunas características o propiedades similares dados en un tiempo y espacio determinado” (2013, p. 12).

Como población de la presente investigación se determinó a todas las distintas empresas industriales ubicadas dentro del parque industrial llamado PETRAMAS.

### **2.3.2 MUESTRA**

Con respecto al tema, Paredes (2012), nos dice:

“Para determinar la muestra de una población debe cumplir la característica principal que es la de ser un sub grupo o sub conjunto representativo de la población” (p. 8).

Según la definición anterior, tomaremos como muestras para la presente investigación a la empresa POLINPLAST S.A.C., ubicada dentro del parque industrial de PETRAMAS.

### **2.3.3 TIPO DE MUESTREO**

Para poder caracterizar a la población de la presente investigación, se realiza el muestro la cual consiste en clasificar un conjunto de individuos de la población de manera probabilística y no probabilística con el fin de estudiarlos y analizarlos.

Por un tema de facilidad de acceso a datos, así como otros factores que serán útil para la realización de la investigación se determinó que el tipo de muestreo de la investigación es de tipo no probabilístico, es decir el muestreo no fue seleccionado al azar.

## **2.4 TÉCNICA E INSTRUMENTACIÓN DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.**

### **2.4.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para Condori:

“Existen diversas formas o técnicas para la recolección de datos o información, las más conocidas son la experimentación, observación directa, encuestas, entrevistas, análisis documental, entre otras” (2016, p. 7).

Para la siguiente investigación se hará uso de las normas internacionales y nacionales, en las cuales nos indicaran los procesos o métodos correctos para realizar los ensayos de manera correcta al concreto en sus dos estados.

La observación de los resultados en los diversos ensayos es fundamental para describir de manera correcta la influencia que las fibras metálicas presentan en el concreto fresco y concreto endurecido.

El segundo método de recolección de datos está dado por la experimentación, la cual consiste en realizar los ensayos correspondientes a las muestras de concreto con y sin fibras metálicas con el fin de determinar los objetivos de la investigación establecidos en un inicio.

### **2.4.2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Los instrumentos de recolección de datos están dados por los equipos que emplearemos para la obtención de datos tanto para el concreto fresco y concreto endurecido.

### **2.4.3 VALIDEZ**

La validez de un instrumento de investigación se da mediante el proceso de evaluación de resultados de los ensayos con el fin de asegurar la confiabilidad, esto debido a que existen múltiples factores difíciles de controlar los cuales pueden influir en la fiabilidad de los resultados. La metodología es una disciplina particular de la lógica que nos enseña cómo proceder para extraer conclusiones válidas. (Martínez, 2013, p. 14).

El laboratorio de ensayos de materiales (LEM) en la UNI será la validación del instrumento donde se llevará a cabo los ensayos correspondientes el cual será validado por el jefe del laboratorio.

#### **2.4.4 CONFIABILIDAD**

Para Kerlinger (2002)

“La confiabilidad de la investigación está definida como la obtención de resultados similares mediante la aplicación repetida del instrumentos o herramienta sobre la muestra de estudio” (p. 21).

La verificación del procedimiento, los certificados de calibración y certificados de calidad de los instrumentos y equipos serán los documentos que nos garantizarán la obtención de resultados similares para el presente proyecto de investigación.

#### **2.4.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS**

Para un concreto reforzado con fibras de acero o metálicas, la recolección de datos se dará en diferentes etapas para la presente investigación.

##### **Diseño de mezcla**

Es importante realizar un diseño de mezcla que garantice se pueda lograr alcanzar la resistencia especificada cuando el concreto se encuentre en su estado sólido. Para el estado fresco el diseño de mezcla permitirá determinar la trabajabilidad y consistencia del concreto.

##### **Ensayos al concreto fresco**

Se aplica los ensayos de consistencia y contenido de aire con la finalidad de identificar la influencia de las fibras metálicas en la mezcla de concreto.

##### **Ensayo de compresión**

Para realizar el siguiente ensayo debemos tener un concreto endurecido y curado según las normativas, serán puestos al ensayo a compresión probetas de concreto con y sin fibras metálicas para determinar la resistencia máxima.

##### **Ensayo de flexión**

Se someterán a este tipo de ensayo una viga de concreto simple y una viga de concreto reforzada con fibras metálicas para así poder determinar el esfuerzo máximo por flexión.

#### **2.4.6 ASPECTOS ÉTICOS**

La veracidad de los resultados se tendrá en cuenta para el desarrollo del presente proyecto, se mantendrá el respeto por la propiedad intelectual y se desarrollará bajo los lineamientos del laboratorio, cumpliendo protocolos, normativas, etc; con

la finalidad de brindar una información correcta y verdadera con respecto a la aplicación de las fibras de acero o metálicas para pisos industriales.

Para garantizar que la presente investigación respeta los aspectos éticos se adjunta una copia de originalidad, el resultado que fue analizado por el programa Turnitin, de tal modo se demostrará que no existe ningún tipo de copia o plagio con el único propósito de proteger los derechos de autoría.

### **III. RESULTADOS**

## 4.1 PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

### 4.1.1 PROPIEDADES DEL AGREGADO FINO

**TABLA 3.** *Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino*

Peso arena superficialmente seca	500.0
Peso arena superficialmente seca + peso balón + peso agua	951.9
Peso del balón	142.0
Peso del agua	309.9
Peso de la arena seca al horno	497.7
Volumen del balón	500.0
Peso específico de masa	2.62
Peso específico de masa superficialmente seco	2.63
Peso específico aparente	2.65
Porcentaje de absorción	0.46

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales (LEM) N° 1, 2018.

**TABLA 4.** *Peso unitario y contenido de humedad del agregado fino*

Peso muestra + recipiente	6287.0
Peso recipiente	1577.2
Peso muestra	4709.80
Volumen recipiente	0.1
Peso unitario suelto	1663
Peso muestra + recipiente	6788.0
Peso recipiente	1577.2
Peso muestra	5210.80
Volumen recipiente	0.1
Peso unitario compactado	1840
Peso muestra en ambiente	500.0
Peso muestra seca al horno	497.1
Peso agua perdida	2.90
Contenido de humedad	0.58

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales (LEM) N° 1, 2018.

#### 4.1.2 ROPIEDADES DEL AGREGADO GRUESO

Tabla 5. *Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso*

Peso muestra secada al horno	3974.2
Peso muestra saturada superficialmente seca	4000.0
Peso muestra saturada en agua + peso canastilla	
Peso de la canastilla	
Peso muestra saturada en agua	2482.7
Peso específico de masa	2.62
Peso específico de masa superficialmente seco	2.64
Peso específico aparente	2.66
Porcentaje de absorción	0.65

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales (LEM) N° 1, 2018.

Tabla 6. *Peso unitario y contenido de humedad del agregado grueso*

Peso muestra + recipiente	18520.0
Peso recipiente	4360.0
Peso muestra	14160.0
Volumen recipiente	0.3
Peso unitario suelto	1500
Peso muestra + recipiente	20060.0
Peso recipiente	4360.0
Peso muestra	15700.0
Volumen recipiente	0.3
Peso unitario compactado	1663
Peso muestra en ambiente	1000.0
Peso muestra seca al horno	998.3
Peso agua perdida	1.7
Contenido de humedad	0.17

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales (LEM) N° 1, 2018.



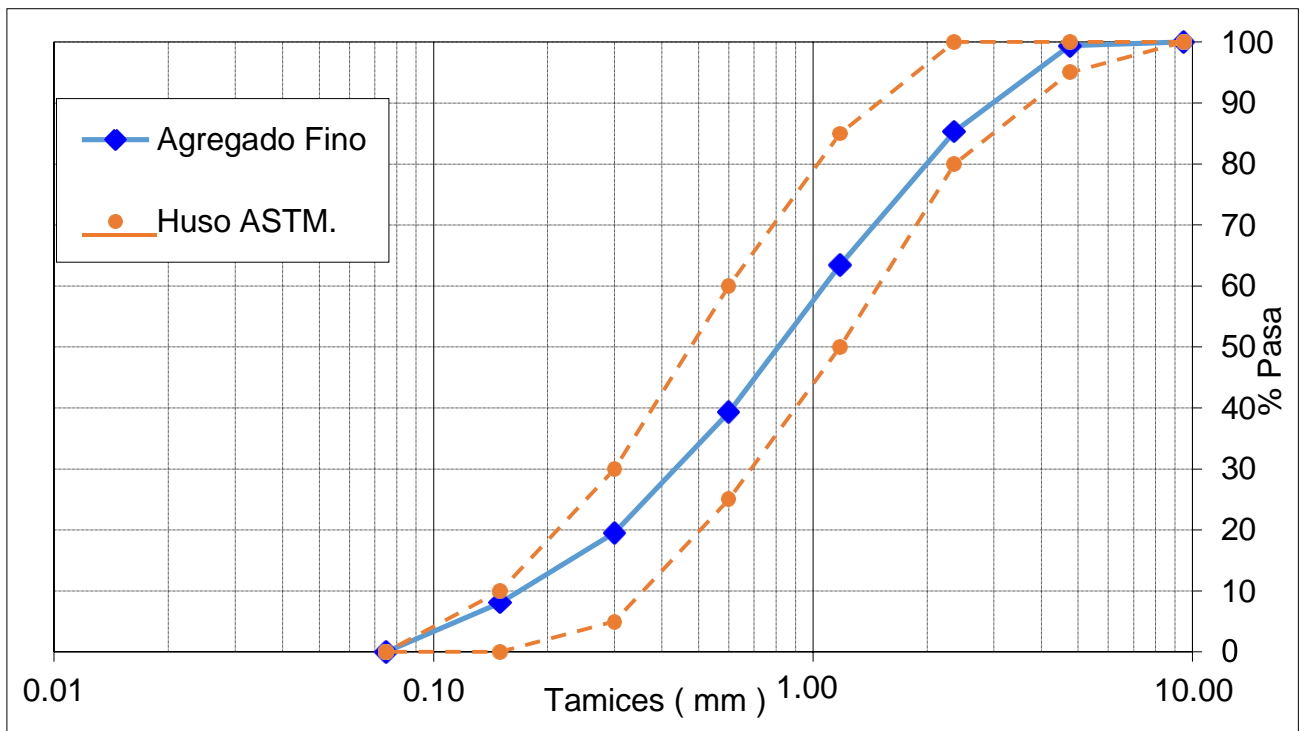
## 4.2 GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS

### 4.2.1 GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO

**Tabla 7.** Análisis granulométrico del agregado fino

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA HUSO ASTM
(Pulg)	(mm)				
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	0.6	0.6	99.4	95 - 100
N°8	2.36	14.1	14.7	85.3	80 - 100
N°16	1.18	21.9	36.6	63.5	50 - 85
N°30	0.60	24.2	60.7	39.3	25 - 60
N°50	0.30	19.8	80.5	19.5	5 - 30
N°100	0.15	11.5	91.9	8.1	0 - 10
FONDO		8.1	100.0	0.0	

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales (LEM) N° 1, 2018.



*Figura 11.* Curva granulométrica del agregado fino

**Tabla 8.** *Propiedades físicas del agregado fino*

<b>Módulo de Fineza</b>	<b>2.85</b>
<b>Peso Unitario Suelto (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1663</b>
<b>Peso Unitario Compactado (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1840</b>
<b>Peso Específico (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.62</b>
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>0.58</b>
<b>Porcentaje de Absorción (%)</b>	<b>0.46</b>

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales (LEM) N° 1, 2018.

#### **4.2.2 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO**

**Tabla 9.** *Análisis granulométrico del agregado grueso*

<b>TAMIZ</b>		<b>% RET.</b>	<b>% RET. ACUM.</b>	<b>% PASA</b>	<b>% PASA HUSO ASTM 57</b>
<b>(Pulg)</b>	<b>(mm)</b>				
<b>1 1/2"</b>	37.50	0.0	0.0	100.0	100
<b>1"</b>	25.00	0.0	0.0	100.0	95 - 100
<b>3/4"</b>	19.00	1.7	1.7	98.3	-
<b>1/2"</b>	12.50	57.9	59.7	40.3	25 - 60
<b>3/8"</b>	9.50	17.7	77.4	22.6	-
<b>N°4</b>	4.75	22.2	99.6	0.4	0 - 10
<b>FONDO</b>		0.4	100.0	0.0	

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales (LEM) N° 1, 2018.

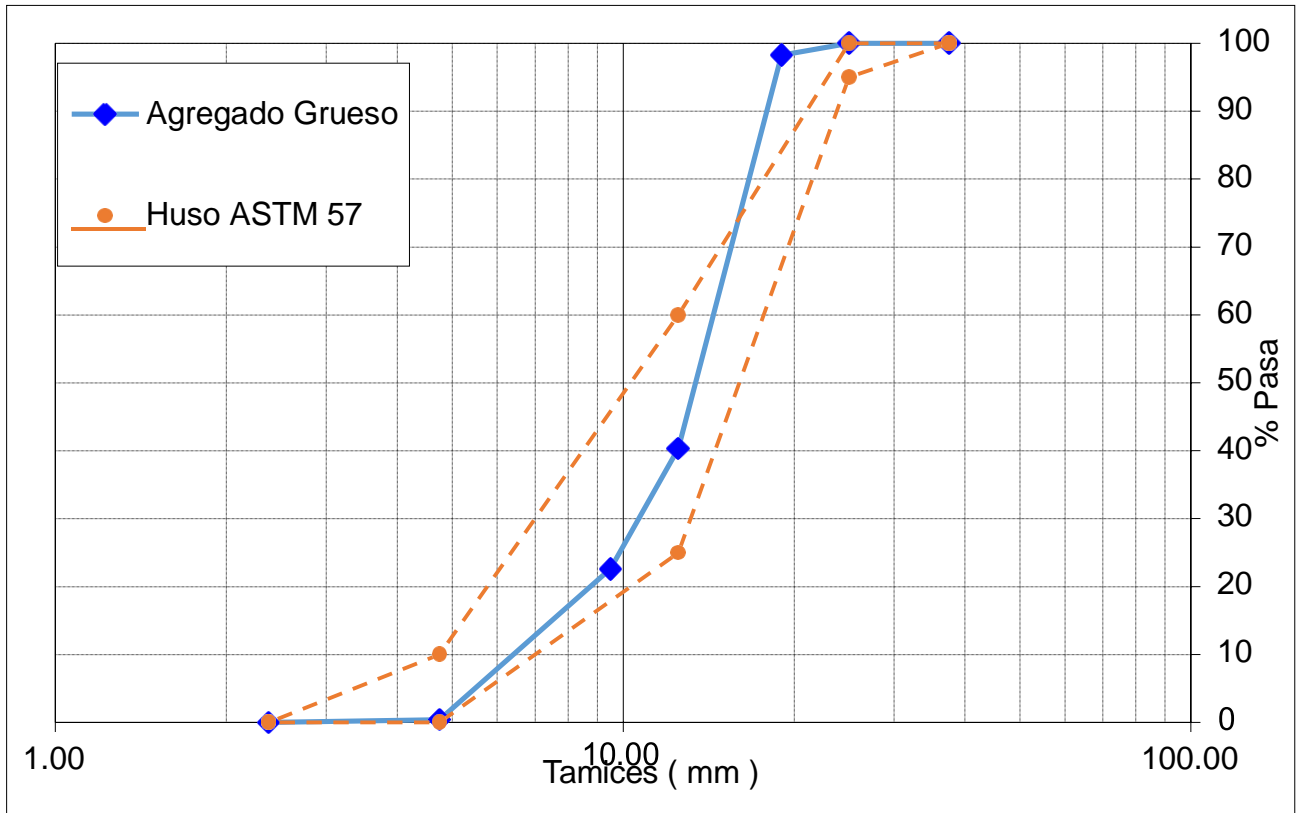


Figura 12. Curva granulométrica del agregado grueso

Tabla 10. Propiedades físicas del agregado grueso

<b>Módulo de Fineza</b>	<b>6.77</b>
<b>Peso Unitario Suelto (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1500</b>
<b>Peso Unitario Compactado (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1663</b>
<b>Peso Específico (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.62</b>
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>0.17</b>
<b>Porcentaje de Absorción (%)</b>	<b>0.65</b>

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales (LEM) N° 1, 2018.

#### 4.3 TABLA DE DISEÑOS DE MEZCLA PARA CONCRETO PATRÓN

Tabla 11. Diseño 1 con  $a/c=0.5$

DISEÑO-1	a/c = 0.5											
	MATERIAL	Peso Seco	P.e.	Vol. Abs.	D.U.S.	D.O.	D.U.O.	mez (Kg)		P/bol C.	P. VOL	Bol Cem.
	Cemento	470	3.15	0.1492	1	470	1.0	6.11	Kg	42.5	1	11.1
	Agua	235	1	0.2350	0.5	238	0.51	3.10	Lt	21.5	21.5	
	Arena	715	2.62	0.2731	1.52	719	1.53	9.35	Kg	65.0	1.37	3" - 4"
	Piedra	845	2.62	0.3227	1.80	847	1.80	11.01	Kg	76.6	1.79	
	Aire	2	100	0.0200								
	Aditivo 1	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	0.00	g	0.0000		
	Aditivo 2	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	0.000	g	0.0000		
	Aditivo 3	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	0.000	g	0.0000		
	Adición 1	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	0.000	g	0.0000		
	P.U.C.S.	2267	SUMA	0.4042	P.U.C.F.	2274	4.8383					

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales (LEM) N° 1, 2018.

Tabla 12. Diseño 2 con  $a/c=0.6$

DISEÑO-2	a/c = 0.60											
	MATERIAL	Peso Seco	P.e.	Vol. Abs.	D.U.S.	D.O.	D.U.O.	mez (Kg)		P/bol C.	P. VOL	Bol Cem.
	Cemento	372	3.15	0.1180	1	372	1	4.83	Kg	42.5	1	8.7
	Agua	223	1	0.2230	0.60	226	0.61	2.94	Lt	25.9	25.9	
	Arena	775	2.62	0.2959	2.08	779	2.10	10.13	Kg	89.1	1.88	3" - 4"
	Piedra	899	2.62	0.3431	2.42	900	2.42	11.70	Kg	102.9	2.40	
	Aire	2	100	0.02								
	Aditivo 1	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	0.00	g	0.0000		
	Aditivo 2	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	0.000	g	0.0000		
	Aditivo 3	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	0.000	g	0.0000		
	Adición 1	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	0.000	g	0.0000		
	P.U.C.S.	2270	SUMA	0.3610	P.U.C.F.	2277	6.1277					

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales (LEM) N° 1, 2018.

Tabla 13. Diseño 3 con  $a/c=0.7$

DISEÑO-3	MATERIAL	Peso Seco	P.e.	a/c = 0.70		Vol. Abs.	D.U.S.	D.O.	D.U.O	mez (Kg)	P/bol C.	P. VOL	Bol Cem.
	Cemento	307	3.15	0.0975	1	307	1	3.99	Kg	42.5	1	7.2	
	Agua	215	1	0.2150	0.70	218	0.71	2.84	Lt	30.2	30.2		
	Arena	828	2.62	0.3162	2.70	833	2.71	10.82	Kg	115.2	2.42		
	Piedra	920	2.62	0.3513	3.00	922	3.00	11.98	Kg	127.5	2.98		
	Aire	2	100	0.02									
	Aditivo 1	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	0.00	g	0.0000			
	Aditivo 2	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	0.00	g	0.0000			3" - 4"
	Aditivo 3	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	0.00	g	0.0000			
	Adición 1	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	0.00	g	0.0000			
	P.U.C.S.	2272	SUMA	0.3325	P.U.C. F.	2280	7.4230						

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales (LEM) N° 1, 2018.

#### 4.3.1 PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACIÓN DE LA MEZCLA.

- PREPARACIÓN DE MEZCLA.



Figura 13. Preparación de mezcla de concreto.

- **VACIADO DE CONCRETO EN PROBETAS.**



*Figura 14.* Elaboración de probetas con distintas a/c.

#### **4.4 ENSAYO A COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN**

Se entiende por concreto patrón, aquella mezcla con la relación a/c adecuada y correcta para obtener la resistencia requerida de 210 kg/cm<sup>2</sup>, con un slump de 3” 4”.

Luego del vaciado de la mezcla en probetas y posteriormente dejarlos en agua (curado), se proceden a ensayar dichas probetas. Cabe mencionar que antes de ensayar las probetas, estas pasan por un procedimiento de secado, pesado y medición.

##### **4.4.1 PROCEDIMIENTO PRELIMINAR ANTES DE ENSAYAR LAS PROBETAS PATRONES.**



*Figura 15.* Limpieza y secado de probetas.



*Figura 16.* Registro del peso de probetas.



*Figura 17.* Medición de diámetros de probetas.

#### **4.4.2 ENSAYO A COMPRESIÓN DE PROBETAS.**



*Figura 18.* Máquina de ensayo uniaxial TINIUS OLSEN.



Figura 19. Colocación de probetas en máquina.



Figura 20. Probeta ensayada.

#### 4.4.3 RESULTADOS DEL ENSAYO A COMPRESION PARA PROBETAS PATRONES.

Tabla 14. Resultados del ensayo a compresión.

N°	Relación a/c	Edad de la muestra	Diametro promedio (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.48	7d	10.33	83.78	30150	360
2	0.56	7d	10.19	81.55	24236	297
3	0.66	7d	10.20	81.66	21442	263
4		7d	10.00	78.54	4725	60

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales (LEM) N° 1, 2018



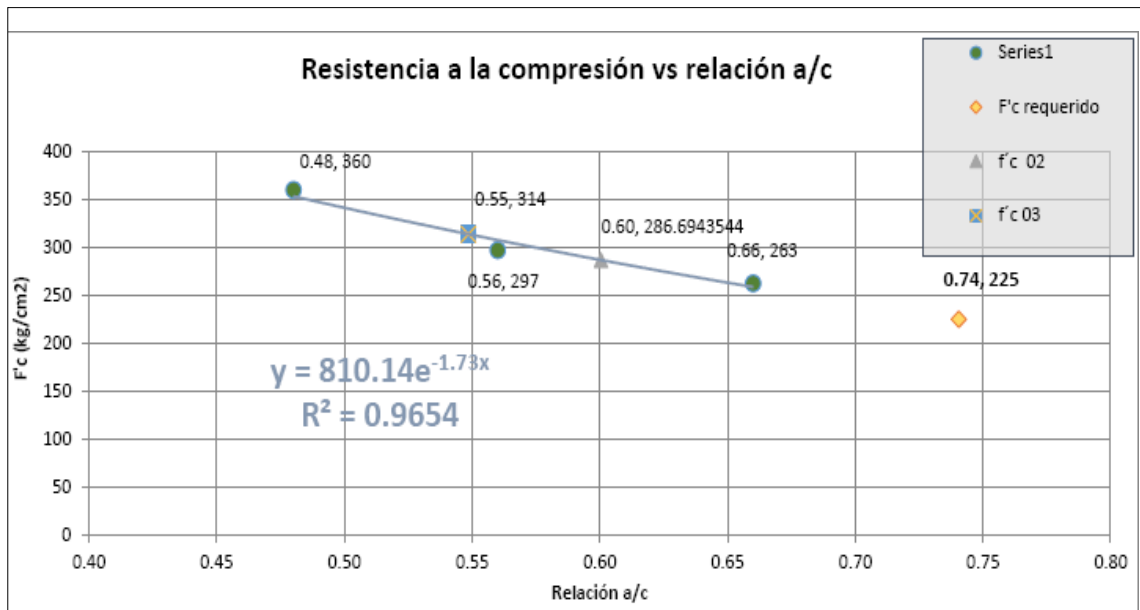


Figura 21. Gráfica de resistencia a la compresión vs relación a/c.

#### 4.5 DISEÑO DE MEZCLA FINAL ( $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup>) CEMENTO SOL Tipo I.

Tabla 15. Diseño de mezcla final con  $a/c= 0.6$ .

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales (LEM) N° 1, 2018.

a/c = 0.6												
DISEÑO-1	MATERIAL	Peso Seco	P.e.	Vol. Abs.	D.U.S.	D.O.	D.U.O.	mez (Kg)	P/bol C.	P. VOL	Bol Cem.	
	Cemento	342	3.15	0.1085	1	342	1.0	13.67	Kg	42.5	1	8.0
	Agua	205	1	0.2050	0.6	208	0.61	8.34	Lt	25.9	25.9	
	Arena	827	2.62	0.3160	2.42	832	2.44	33.29	Kg	103.5	2.18	
	Piedra	918	2.62	0.3505	2.69	920	2.69	36.79	Kg	114.4	2.67	
	Aire	2	100	0.0200								
	Aditivo 1	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.000	0.00	g	0.000		
	Aditivo 2	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.000	0.000	g	0.000		3" - 4"
	Aditivo 3	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.000	0.000	g	0.000		
	Adición 1	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.000	0.000	g	0.000		
P.U.C.S.	2294	SUMA	0.3335	P.U.C.F.	2301	6.7373						

#### 4.5.1 PREPARACIÓN DE MEZCLA DE DISEÑO FINAL

- PESADO DE MATERIALES PARA CADA TANDA.



Figura 22. Pesaje de agregados.



Figura 23. Pesaje de fibras metálicas.

- **COLOCACIÓN DE AGREGADOS, CEMENTO, AGUA Y FIBRAS EN TROMPO MEZCLADOR.**



*Figura 24.* Insumos para preparación de concreto.

- **MEZCLA DE CONCRETO SIMPLE Y CONCRETO CON FIBRA**



*Figura 25.* Concreto sin fibra y concreto con fibra.

## 4.6 ENSAYOS APLICADO AL CONCRETO FRESCO

### 4.6.1 ENSAYO CONO DE ABRAMS DEL CONCRETO FRESCO

- COLOCACIÓN DE LA MEZCLA EN EL CONO DE ABRAMS



Figura 26. Prueba de consistencia para mezcla simple.



Figura 27. Prueba de consistencia para mezcla con fibras metálicas.



Figura 28. Asentamiento de 3" a 2".

#### 4.6.2 ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO

- COLOCACIÓN DE LA MEZCLA



Figura 29. Olla de presión con mezcla de concreto con y sin fibra.

- MEDICIÓN DE CONTENIDO DE AIRE EN PORCENTAJE



Figura 30. Contenido de aire en concreto convencional de 2.5%.



Figura 31. Contenido de aire en concreto con fibras de 2%.

## 4.7 ENSAYOS APLICADO AL CONCRETO ENDURECIDO

### 4.7.1 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



*Figura 32.* Probetas cilíndricas de concreto simple y concreto con fibras.



*Figura 33.* Ensayo a compresión de probetas.



*Figura 34.* Probetas rotas.

#### 4. RESULTADOS

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FRACTURA
1	M-1 CF	22/05/2018	31/05/2018	181.2	56,014	309	Tipo 2
2	M-2 CF	22/05/2018	31/05/2018	181.3	59,402	328	Tipo 2
3	M-3 CF	22/05/2018	31/05/2018	181.7	57,907	319	Tipo 2
4	M-4 SF	22/05/2018	31/05/2018	182.3	56,424	310	Tipo 2
5	M-5 SF	22/05/2018	31/05/2018	179.7	59,064	329	Tipo 2
6	M-6 SF	22/05/2018	31/05/2018	180.3	52,026	289	Tipo 2

Figura 35. Carga máxima en compresión.

En la figura N°35 se brinda información de las resistencias máximas alcanzadas por un concreto simple y un concreto añadido con fibras metálicas, con una resistencia de 59064 kg que viene a ser un concreto convencional, mientras que en el concreto con fibras tiene una resistencia de 59402 kg.

#### 4.7.2 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION



Figura 36. Vigas a ensayar.



Figura 37. Trazo en vigas.



Figura 38. Ensayo de flexión para vigas de concreto convencional.





*Figura 39.* Ensayo de flexión para vigas de concreto con fibras metálicas.



*Figura 40.* Muestras de vigas de concreto rotas.

#### 4. RESULTADOS

Fecha de ensayo: 29/05/2018

MUESTRAS	EDAD DE LA MUESTRA (días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	DIMENSIONES (cm)			ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
			LARGO	ANCHO	ALTURA			
VIGA-1 PATRON	7	48	70.4	15.2	15.8	1070	3150	39.8
VIGA 2 PATRON	7	48	70.2	15.8	16	1109	3400	40.3
VIGA 3 FIBRA	7	48	70.8	15.4	15.8	1090	3750	46.8
VIGA 4 FIBRA	7	48	70.2	15.4	16	1081	2900	35.3

Figura 41. Carga máxima en flexión.

En la figura N°41 se observa la carga de rotura alcanzadas por un concreto simple y un concreto añadido con fibras metálicas, con una resistencia de 3400 kg que viene a ser un concreto convencional, mientras que en el concreto con fibras presenta una resistencia de 3750 kg.



Figura 42. Ensayo a flexión de viga de concreto armado.

4.0. RESULTADOS

Fecha de ensayo : 29/05/2018

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)			DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
	ancho	altura	Longitud			
VIGA 6-ACERO	158	160	710	480	17736	210.47

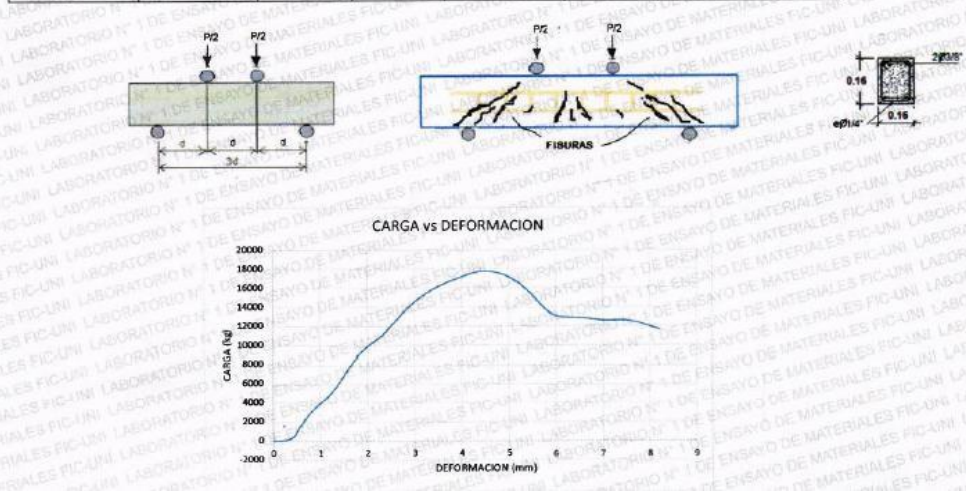


Figura 43. Carga máxima en flexión para viga 5 de concreto armado.

4.0. RESULTADOS

Fecha de ensayo : 29/05/2018

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)			DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
	ancho	altura	Longitud			
VIGA 5-ACERO	156	158	742	480	16592	204.50

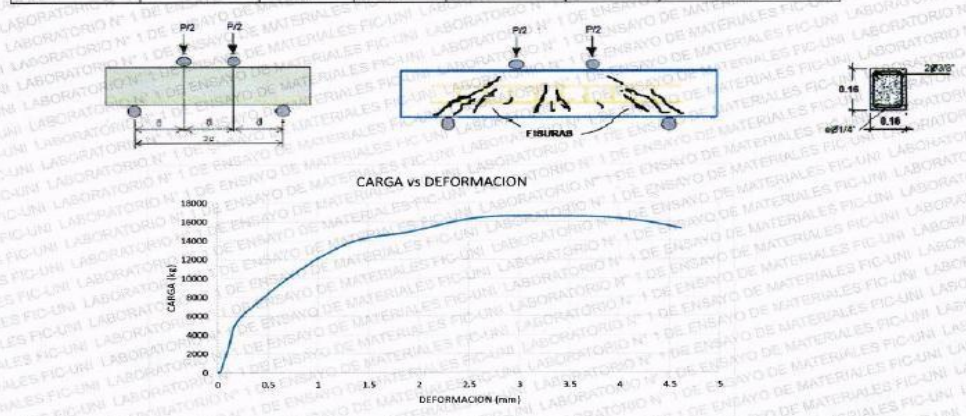


Figura 44. Carga máxima en flexión para viga 6 de concreto armado.

## **IV. DISCUSIÓN**

5.1 HIPÓTESIS N° 01: “La adición de fibras metálicas influirá considerablemente en el concreto plástico”.

Las fibras metálicas hechas a base de acero, presenta distintas formas y medidas para cada tipo de estructura y cargas a la que estará sometida dicha estructura. El añadir fibras metálicas al concreto en su estado plástico o estado fresco (recién batido en el trompo, estado no fraguado) genera la variación en algunas propiedades de la misma, como en el asentamiento de la mezcla, el contenido de aire.

Se toma en consideración lo que indica Lao en su tesis “Utilización de fibras metálicas para la construcción de concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa 2007”; en medida que se agreguen las fibras en mayores cantidades en el concreto, la consistencia de la mezcla se reduce, como también el contenido de aire.

Se obtuvo los siguientes resultados para el concreto fresco:

TIPO DE CONCRETO	SLUMP	TIPO DE MEZCLA	% de aire
concreto simple	3"	plástica	2.50%
concreto con fibras	2"	seca	2.00%

Para el concreto convencional en su estado fresco las fibras presentan relación significativa, ya que se modifican las propiedades, destacando entre ellas la reducción de su consistencia pasando de una mezcla plástica con 3" a una mezcla seca con 2" de asentamiento respectivamente. Asimismo, el contenido de aire disminuye. Por lo tanto, se acepta la hipótesis N°01.

Los efectos de las fibras en el concreto fresco se deben a que las fibras se dispersan en toda la mezcla, las cuales tienden a restringir su movilidad disminuyendo su trabajabilidad, otro factor es la formación de bolones por la interacción de las fibras dentro de la mezcla, así como la cantidad o forma de fibras usada.

## 5.2 HIPÓTESIS N° 02: “Las fibras metálicas aumentaran las propiedades del concreto endurecido”.

Por concreto endurecido se entiende un concreto ya fraguado el cual adquiere propiedades de resistencia, cabe resaltar que estas propiedades también se deben al correcto diseño de mezcla, calidad de materiales, y curado de especímenes.

Se toma como base, lo que indican De La Cruz y Quispe en su tesis “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. 2014” para el efecto que tienen las fibras metálicas añadidas al concreto en su estado endurecido; que en cuanto a la resistencia a la compresión la adición de fibra de acero no tiene mayor aporte para el aumento del  $f'c$ , pues el incremento es muy pequeño. La resistencia a esfuerzos de flexión resulta suficiente para conocer los puntos de aporte de las fibras metálicas en el concreto convencional, ya que en este tipo de ensayo se nota un aumento de resistencia en comparación con el concreto convencional sin fibras.

Se presenta el siguiente cuadro de resultados:

IDENTIFICACION DE MUESTRA	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
M-2 CF	181.30	59,402.00	328.00
M-5 SF	179.70	59,064.00	329.00
IDENTIFICACION DE MUESTRA	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
VIGA 2 PATRON	1,109.00	3,400.00	40.30
VIGA 3 FIBRA	1,090.00	3,750.00	46.80

Con estos resultados obtenidos en el laboratorio podemos observar que las fibras aumentan la propiedad de resistencia del concreto, aceptando de tal manera la hipótesis N°02.

Las fibras metálicas aportan positivamente para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto en su estado endurecido.

5.3 HIPÓTESIS N° 03: “El uso de fibras metálicas presentan ventajas físicas y económicas en el concreto en comparación al concreto armado”.

Las fibras metálicas aportan mejoras en las propiedades físicas del concreto y depende de la dosificación usada, optimizando costos y tiempo de ejecución de obra lo cual hace mucho más económico la ejecución de estos tipos de proyectos.

Lo que indica Lao en su tesis “Utilización de fibras metálicas para la construcción de concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa 2007” es que, la utilización de estas fibras disminuye el tiempo de colocación en comparación de mallas electrosoldadas, así como también se reducen el costo y tiempo de ejecución de obra debido a la facilidad de colocación, transporte y maniobra.

En la presente investigación se trabajó las vigas reforzadas con acero obteniendo el siguiente resultado:

IDENTIFICACION DE MUESTRA	DIMENSIONES			CARGA DE MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
	ANCHO	ALTUR A	LONGITU D		
VIGA 6 - ACERO	158.00	160	710	17,736.00	210.47

Se obtuvieron cargas y resistencias más altas. Se acepta la hipótesis N°03.

Con respecto la ventaja económica se establece el siguiente cuadro:

TIPO DE LOSA INDUSTRIAL	COSTO DE PROYECTO
LOSA CON ACERO CONVENCIONAL	S/. 1,087,136.95
LOSA CON FIBRAS METALICAS	S/. 953,746.86
<b>DIFERENCIA DE COSTOS</b>	<b>S/. 133,390.09</b>

Esto se debe claramente a que después que el concreto falló por flexión, dicho esfuerzo sigue siendo soportado por el acero. Pero para estos tipos de proyectos en muchos casos solo es necesaria la aplicación de fibras metálicas, ya que el empleo de las varillas las hace muy costosas e incrementan el tiempo de ejecución, comparado con el empleo de las fibras metálicas se ahorraría S/133390.09 nuevos soles y el tiempo de ejecución de reduce en un 30%.

## **V. CONCLUSIONES**



- Se observa que las fibras metálicas influyen en el concreto fresco, debido que la consistencia del concreto con fibras metálicas, medidas a través de la prueba de cono de Abrams se reduce de 3" (concreto sin fibras) a 2" (concreto con fibras); asimismo disminuyendo su trabajabilidad. Por lo cual es necesario diseñar el concreto con mayor cantidad de pasta. Además, también las fibras metálicas influyen en el contenido de aire, reduciendo los espacios vacíos que son propensos a fisuras de 2.5% a 2.0%, puesto que las fibras se distribuyen en todas las direcciones.
- Se aprecia incrementos en la resistencia a compresión y flexión, puesto que las fibras aparte de tener una distribución tridimensional, están amarradas entre sí, debido a este fenómeno es que además con las fibras se reduce la aparición de fisuras, adquiriendo el concreto mayor durabilidad.
- Con los resultados obtenidos, se observa que el concreto armado soporta más carga en comparación con el concreto reforzado con fibras, pero es más costoso. El uso de fibras influye de manera económica en la ejecución de estos proyectos, ahorrando mano de obra, tiempo de ejecución.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Para la elaboración de la mezcla en el trompo se recomienda agregar las fibras después de los agregados, ya que al interactuar con las piedras las fibras podrán distribuirse bien en el mezclado.
- Se recomienda el uso de aditivos plastificantes o superplastificantes para aumentar la consistencia del concreto y así mejorar su trabajabilidad.
- Para los ensayos a compresión se recomienda realizar las pruebas aumentando la dosificación de fibras metálicas.
- Se recomienda tener cuidado con la orientación y distribución de las fibras metálicas, ya que se pueden acumular en un solo lado de la estructura, haciendo que el concreto sea más resistencia en ciertos puntos.
- Se recomienda realizar ensayos con distintos porcentajes de fibras metálicas para distintas relaciones  $a/c$ , para determinar cuál es el porcentaje óptimo para distintos  $f'c$ .
- Como profesionales, es importante conocer las principales propiedades de las fibras, nos permite proponer nuevas e innovadoras y económicas soluciones que nos permita resolver problemas de ingeniería garantizando que las estructuras sean durables.
- Se recomienda a los estudiantes seguir investigando con la incorporación de otros tipos de fibras como: fibras de carbón, polipropileno y otras.
- Se recomienda tener en cuenta el costo de las fibras metálicas, ya que si bien es cierto estas aumentarían el costo del concreto, en comparación con un concreto convencional, pero de la misma forma mejorarían las

propiedades mecánicas del concreto, alargado la vida útil de la estructura.

- Realizar ensayos a tracción indirecta por el método brasileño o ensayo de compresión diametral.

## REFERENCIAS

- ARIAS, Fidas. Metodología De La Investigación. Venezuela: 2006, pp. 48.
- MONTEIRO, K. Estructura propiedades y Materiales, México: Instituto mexicano del cemento y del concreto, 2013.
- RIVER, I. Concreto Simple Universidad del Cauca, 2013.
- SÁNCHEZ, Roberto. Los hormigones reforzados con fibras; 1978.
- ACI544. Report On Fiber Reinforced Concrete; 1996.
- ACOSTA, Laura. Análisis comparativo de la resistencia a compresión de bloques huecos de concreto con la adición de fibra de propileno. Venezuela: República bolivariana de Venezuela; 2014.
- ACI544. Guide for specifying, proportioning, mixing, placing, and finishing steel fiber reinforced concrete; 2008.
- IMCYC. concreto reforzado con fibras de acero. Construcción y Tecnología en Concreto; 1990.
- BLANCO Álvarez, Ana. Durabilidad del hormigón con fibras de acero. Tesis (Titulo en ingeniería). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2009.
- CÉSPEDES, José. Los Pavimentos en las Vías Terrestres. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2007.
- GALLOVICH, Antonio. Fibras como elemento estructural para el refuerzo del hormigón. Brasilia: MACCAFERRI América Latina, 2007.
- Norma ASTM A820-04: Standard Specification for steel fibers for fiber – reinforced concrete.

- AMERICAN CONCRETE PAVEMENT ASSOCIATION. Pavimentos de Concreto: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 1995.
- MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de Pavimentos. 2ª. ed. Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2010. 378 pp.  
ISBN: 958-96036-2-9
- CORCINO Albornoz, Vanesa. Estudio comparativo de concreto simple y reforzado con fibras de acero Dramix y Wirand, empleando cemento andino tipo V. Tesis (Título en ingeniería). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2007.
- BERESOVSKY De Las Casas, Aleksey. Estudio experimental del comportamiento por desempeño de concreto lanzado reforzado con fibras metálicas. Tesis (Título en ingeniería). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011.
- GALLEGUILLOS Caro, Tito. Modelamiento de vigas de hormigón con fibras de acero. Tesis (Título en ingeniería). Santiago: Universidad de Chile, 2010.
- MÁRMOL Salazar, Patricia. Hormigón con fibras de acero, características mecánicas. Tesis (Master en Ingeniería). Madrid: Escuela Politécnica de Madrid, 2010.
- PACHECO, Julio. Tecnología de la construcción. 3ª. ed. Perú: SENCICO, 2016. 263 pp.  
ISBN: 9972-9433-0-5
- ABANTO, Flavio. Tecnología del concreto. 2ª. ed. Perú: San Marcos, 2017. 248 pp.  
ISBN: 978-612-315-463-9
- ICG. Manual de la construcción. 13ª. ed. Perú: ICG, 2014. 287263 pp.

## **ANEXOS**



Matriz de Consistencia					
Título: EFECTOS DE LAS FIBRAS METALICAS EN EL CONCRETO SIMPLE APLICADO A LOSAS DE PISOS INDUSTRIALES, LIMAS 2017.					
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores		
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>Variable 1: FIBRAS METALICAS</b>		
¿De qué manera influyen las fibras metálicas en el concreto simple aplicado a losas de pisos industriales?	Analizar y determinar de qué manera influye las fibras metálicas en el concreto simple aplicado a losas de pisos industriales.	La adición de fibras metálicas influye considerablemente en el concreto aplicado a losas de pisos industriales	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos a usar para medir la D (laboratorio)</b>
			<b>D.1</b> tipos de fibras metálicas	especificaciones	Normas ASTM C39 ASTM C78. ASTM C1018.
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>	<b>D.2</b> cantidad de fibras metálicas	% de fibras añadidas	Fichas técnicas y/o certificados
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es la relación entre las fibras metálicas y el concreto en su estado plástico?</li> <li>• ¿Cuál es la incidencia de las fibras metálicas aplicado al concreto endurecido?</li> <li>• ¿De qué manera influyen las fibras metálicas en un concreto simple comparado con un concreto armado?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la incidencia de las fibras metálicas en las propiedades del concreto plástico.</li> <li>• Deducir si la adición de fibras metálicas influye en el concreto en su estado endurecido.</li> <li>• Determinar las diferencias físicas y económicas de un concreto reforzado con fibras metálicas y un concreto armado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La adición de fibras metálicas influirá considerablemente en el concreto plástico.</li> <li>• Las fibras metálicas aumentaran las propiedades del concreto endurecido.</li> <li>• El uso de fibras metálicas presenta ventajas físicas y económicas en el concreto en comparación al concreto endurecido.</li> </ul>	<b>Variable 2: CONCRETO</b>		
			<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	
			<b>D.1</b> estado fresco	Trabajabilidad. % de aire.	Ensayos destructivos al concreto
			<b>D.2</b> estado endurecido	<b>Resistencia.</b>	Diseño de mezcla, pruebas de consistencia y presión.