



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**

Influencia de las fibras de acero Wirand®FF1, en las características físicas y mecánicas del concreto  $f'c$  28 Mpa, en el distrito de Lima, 2017.

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

**AUTOR:**

**WILLIAMS URIBE DE LA CRUZ**

**ASESOR:**

Mag. Félix Delgado Ramírez.

Mag. Teresa Gonzales Moncada.

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Administración y seguridad de la construcción

**LIMA - PERÚ**

2017

**Página del jurado.**

---

Ing. Félix Delgado Ramírez  
PRESIDENTE

---

Ing. Gerado Canchos Zuñiga  
SECRETARIO

---

Ing. Carlos Fernández Díaz  
VOCAL

### **Dedicatoria.**

A Dios, el supremo investigador.

A mi madre y abuela por sus inmensas demostraciones de amor y de valores que ellas me inculcaron, y a mi padre por sus consejos.

A mi esposa, por su comprensión, cariño y amor.

A mis hijos Candy y Karlo, por sus enseñanzas de amor.

A hermana Sonia, por sus grandes consejos y amor incondicional.

A mi gran amigo Aldo Fabián Sernaque.

### **Agradecimiento.**

A todas las personas que hicieron posible la culminación de mi carrera profesional y en especial a mis asesores T.G, R.M. y G.C. por sus consejos y enseñanzas ya que gracias a ellos aprendí la importancia de la investigación.



## **Declaratoria de autenticidad.**

Yo Williams Uribe De La Cruz, educando del Programa SUBE, de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, con DNI 10749909, cuya tesis tiene por título “Influencia de la fibra de acero Wirand®FF1, en las características físicas y mecánicas del concreto f'c 28 Mpa, en el distrito de Lima, 2017.”

Declaro bajo promesa que:

1. El autor de esta tesis soy yo.
2. Esta tesis se ha elaborado bajo los fundamentos internacionales de referencia para los textos consultados. Ya que esta tesis carece de similitud, en su totalidad con otras.
3. La tesis no ha sido publicación anteriormente.
4. Los resultados experimentales presentados son reales y de mi propiedad, ya que estos datos representan y/o constituyen un aporte a la realidad nacional.

De encontrarse alguna similitud que tenga como base, el haber realizado una copia parcial o total de otros textos, se asumirá cualquier sanción que se amerite en este caso.

Comas 07, Setiembre del 2017.

## **Presentación.**

Señores integrantes del Jurado, se expone ante ustedes la Tesis que tiene como titulado: “Influencia de las fibras de acero Wirand®FF1, en las características físicas y mecánicas del concreto f'c 28 Mpa, en el distrito de Lima, 2017”, con la finalidad de determinar los cambios físicos y mecánicos que se originan con la inclusión de fibras de acero al concreto.

El producto que se obtuvo tras el proceso de experimentación representan, aparte de mucho esmero por parte del tesista, un aporte de gran importancia a la comunidad y a la ciencia por las evidencias experimentales que se recopilieron tras la realización de esta tesis, cuando se adiciona un complemento al concreto, en este caso la fibra de acero, donde se puede dar fe que esta tesis está orientado hacer considerado un documento de consulta fiable para otros investigadores.

Deseando cubrir las exigencias para su conformidad.

# Índice

## Contenido

Página del jurado.	ii
Dedicatoria.	iii
Agradecimiento.	iv
Declaratoria de autenticidad.	v
Presentación.	vi
RESUMEN	xiii
ABSTRAC	xiv
I. INTRODUCCIÓN	xv
1.1. Realidad problemática	18
1.2. Trabajos previos.	21
1.3. Teorías relacionadas al tema	29
Marco Conceptual	63
1.4. Formulación del problema.	65
1.4.1. Problema general	65
1.4.2. Problema específico	65
1.5. Justificación del estudio.	65
1.5.1 Teórica.	66
1.5.2. Práctica	6
1.5.3. Metodológica	66
1.5.4. Económica	7
1.5.5. Social	67
1.5.6. Técnica	67
1.6. Hipótesis	68
1.6.1. Hipótesis general	68
1.6.2. Hipótesis específica.	68
1.7. Objetivos.	68
1.7.1. Objetivo general.	68
1.7.2. Objetivo específico	8
II. MÉTODO	69
2.1. Diseño de investigación	70
2.1.1 Método.	70
2.1.2 Tipo de estudio	70
2.1.3. Nivel de estudio	71

2.1.4	Diseño de investigación	71
2.1.5.	Enfoque de investigación	72
2.2.	VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	72
2.2.1.	VARIABLES	72
2.2.2.	Matriz de operacionalización	73
2.3.	POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.	74
2.3.1.	Población	74
2.3.2.	Muestra	74
2.3.3.	Muestreo	75
2.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.	
2.4.1	Técnicas de recolección de datos	75
2.4.2	Instrumentos de recolección de datos	76
2.4.3	Procedimientos de recolección de datos	76
2.4.4	Validez	77
2.4.5	Confiabilidad	77
2.5	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.	78
2.6	ASPECTOS ÉTICOS	80
III.	RESULTADOS	81
3.1	Descripción de la zona de estudio.	82
3.2	Recopilación de información	82
3.2.1	Trabajos de campo	82
3.2.2	Ensayos de laboratorio	82
3.3	Procesado de la información recopilada.	82
3.3.1	Cemento portland – tipo 1	83
3.3.2	Agua	84
3.3.3	Agregados	84
IV.	DISCUSIONES.	111
V.	CONCLUSIONES.	114
VI.	RECOMENDACIONES	116
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	118
VIII.	ANEXOS.	122
8.1	Certificados de laboratorio.	123
8.1.1	Análisis granulométrico – agregado fino	123
8.1.2	Análisis granulométrico – agregado grueso	124
8.1.3	Gravedad específica – agregado fino	125

8.1.4	Gravedad específica – agregado grueso	126
8.1.5.	Diseño de mezcla – patrón	127
8.1.6	Diseño de mezcla – fibra de acero 20 kg/m <sup>3</sup>	129
8.1.7	Diseño de mezcla – fibra de acero 25 kg/m <sup>3</sup>	131
8.1.8	Diseño de mezcla – fibra de acero 35 kg/m <sup>3</sup>	133
8.1.9	Ensayo de resistencia a la compresión - patrón	135
8.1.10	Ensayo de resistencia a la compresión – fibra 20 kg/m <sup>3</sup>	136
8.1.11	Ensayo de resistencia a la compresión - fibra 25 kg/m <sup>3</sup>	137
8.1.12	Ensayo de resistencia a la compresión - fibra 35 kg/m <sup>3</sup> .	138
8.1.13	Ensayo de resistencia a la tracción (compresión diametral)-patrón	139
8.1.14	Ensayo de Resistencia a la Tracción (compresión diametral) Fibra 20, 25 y 35 kg/m <sup>3</sup>	140
8.1.15	Ensayo de resistencia a la flexión - patrón	141
8.1.16	Ensayo de resistencia a la flexión - fibra 20, 25 y 35 kg/m <sup>3</sup>	142
8.2	Validación de instrumentos.	143
8.2.1	Experto # 1	143
8.2.2	Experto # 2	144
8.2.3	Experto # 3	145
8.2.4	Resumen de validación de expertos	146
8.3	Reporte de ensayo de probetas	147
8.3.1	Ensayo de probetas cilíndricas	147
8.3.2	Ensayo de probetas prismáticas	148
8.4	Matriz de consistencia.	149
8.5	Registro fotográfico	150
8.6	Ficha técnica	153

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Losa de piso de almacén sin fibras de acero.	18
Figura 02. Losa de piso de tránsito pesado sin fibras de acero.	19
Figura 03. Concreto con fibras de acero.	20
Figura 04. Clasificación de las fibras, según su forma.	34
Figura 05. Partes de la fibra de acero.	35
Figura 06. Características de las fibras de acero, según su geometría.	36
Figura 07. Grafica Carga – Desplazamiento de dos tipos de fibras de Acero.	47
Figura 08. Asentamiento sin fibra de acero.	55
Figura 09. Asentamiento con fibra de acero.	55
Figura 10. Prensa hidráulica para ensayo a la compresión.	58
Figura 11. Probeta prismática tipo viga.	59
Figura 12. Grafica Carga – Desplazamiento.	60
Figura 13. Prensa universal para ensayo a la flexión.	60
Figura 14. Prensa hidráulica para ensayo a la compresión.	62
Figura 15. Muestras de agregado grueso.	84
Figura 16. Muestra de agregado fino.	84
Figura 17. Presentación de las fibras de acero Wirand®FF1.	91
Figura 18. Preparación de la mezcla del diseño con fibras de acero.	92
Figura 19. Diseño de mezcla del concreto patrón.	93
Figura 20. Diseño de mezcla del concreto con 20 kg fibras de acero.	94
Figura 21. Diseño de mezcla del concreto con 25 kg fibras de acero.	95
Figura 22. Diseño de mezcla del concreto con 35 kg fibras de acero.	96
Figura 23. Resumen del slump en los 4 diseños empleados.	98
Figura 24. Resumen del peso unitario de la mezcla.	99
Figura 25. Resumen del peso unitario de la mezcla.	99
Figura 26. Resumen del porcentaje de exudación en la mezcla.	100
Figura 27. Ensayo de resistencia la compresión de la probeta.	101

Figura 28. Resumen de la resistencia a la compresión de los cuatro diseños de mezcla.	102
Figura 29. Resumen de la resistencia a la compresión de los cuatro diseños de mezcla expresado en porcentajes.	102
Figura 30. Ensayo de resistencia a la tracción de la probeta.	103
Figura 31. Rotura de probetas cilíndricas para determinar la resistencia a la tracción.	104
Figura 32. Resumen de la resistencia a la tracción de los cuatro diseños de mezcla.	104
Figura 33. Viga de concreto con fibras de acero ensayas a flexión.	105
Figura 34. Viga de concreto con fibras de acero ensayas a flexión.	105
Figura 35. Ensayo de resistencia a la flexión de la viga.	107
Figura 36. Ensayo sin fibra.	107
Figura 37. Ensayo con fibra.	107
Figura 38. Resumen de resultados de resistencia a la flexión:	108
Figura 39. Grafica Curva carga-deformación – Tenacidad.	109
Figura 40. Grafica Curva carga-deflexión en vigas de concreto.	110
Figura 41. Resumen re resistencias mecánicas del concreto (con fibra y sin fibra)	113

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Características mecánicas de las diferentes fibras existentes.	33
Tabla 02. Tipos de fibras de acero, según sus características físicas.	40
Tabla 03. Porcentajes mínimos de granulometría de agregados.	49
Tabla 04. Porcentajes mínimos de granulometría de agregados.	50
Tabla 05. Máximos admisibles para el agua.	52
Tabla 06. Asentamientos máximos y mínimos según elemento a vaciar.	54
Tabla 07. Operacionalización de la variable.	74
Tabla 08. Rangos y Magnitud de validez.	78
Tabla 09. Rango y Confiabilidad para el instrumento.	79
Tabla 10. Características del cemento andino tipo 1.	84
Tabla 11. Normativa del tamaño de los agregados.	86
Tabla 12. Resultados de granulometría del agregado grueso.	87
Tabla 13. Pesos de las muestras ensayadas.	88
Tabla 14. Peso específico del agregado grueso.	88
Tabla 15. Porcentaje de humedad del agregado grueso.	89
Tabla 16. Peso seco y compactado del agregado grueso.	89
Tabla 17. Resultados de granulometría del agregado fino.	90
Tabla 18. Peso específico del agregado fino.	90
Tabla 19. Peso seco y compactado del agregado fino.	91
Tabla 20. Características físicas y mecánicas de la fibra de acero Wirand®FF1.	92
Tabla 21. Resumen de los componentes de la mezcla a diseñar.	93
Tabla 22. Resumen de las cantidades de probetas que se ensayaran.	98
Tabla 23. Dosificaciones de la fibra Wirand®FF1, según su Re.	110



## RESUMEN

El propósito de esta investigación “Influencia de las fibras de acero Wirand®FF1, en las características físicas y mecánicas del concreto f'c 28 Mpa, en el distrito de Lima, 2017”, fue Determinar de qué manera influye la adición de fibras de acero en el concreto y de esta manera tener los conocimientos probatorios para las futuras investigaciones.

Según el manual de fibras Macaferri, las fibras de acero se agrupan según su clasificación, sus tipos y sus características.

Por otro lado según Enrique Pasquel, las características físicas y mecánicas del concreto se clasifican por la composición del concreto, su estado fresco, y su estado endurecido.

El tipo de estudio de esta investigación es aplicada, ya que su búsqueda se basa en construir, actuar, modificar y conocer la realidad problemática actual.

El diseño del estudio de esta investigación es experimental, ya que se manipulo a un grupo de variables de estudio para controlar las diferencias del comportamiento de la otra variable

La población está constituida por el estudio de la adición de fibras de acero al concreto, el cual está conformada por diferentes comportamientos mecánicos (estado fresco, estado plástico y estado endurecido).

Se concluye que las investigaciones realizadas en este proyecto sobre el uso de fibras de acero en el concreto dan como resultado mejorías en la resistencia a la compresión, tracción y flexión, siempre y cuando se respeten los procedimientos del diseño de concreto y las proporciones de fibras de acero.

Palabras clave: Fibras de acero, resistencia a la compresión, flexión y tracción diametral.

## ABSTRAC

The purpose of this investigation "Influence of the fibers of steel Wirand®FF1, in the physical and mechanical characteristics of the concrete f'c 28 Mpa, in the district of Lima, 2017 ", was to determine of what way it influences the addition of fibers of steel in the concrete one and hereby to have the evidential knowledge for the future investigations.

According to the manual of fibers Macaferri, the fibers of steel gather in crowds according to his classification, his types and his characteristics.

On the other hand according to Enrique Pasquel, the physical and mechanical characteristics of the concrete one qualify for the composition of the concrete one, his fresh condition, and his hard condition.

The type of study of this investigation is applied, since his search is based in constructing, acting, modifying and knowing the problematic current reality. The design of the study of this investigation is experimental, since I manipulate to a group of variables of study to control the differences of the behavior of another variable.

The population is constituted by the study of the addition of fibers of steel to the concrete one, which is shaped by different mechanical behaviors (fresh condition, plastic condition and hard condition).

One concludes that the investigations realized in this project on the use of fibers of steel in the concrete one give like proved improvements in the resistance to the compression, traction and flexion, as long as the procedures of the design are respected of concretly and the proportions of fibers of steel.

Keywords: Steel fibers, compressive strength or resistance, flexion and diametral tensile strength

## I. INTRODUCCIÓN

Se sabe que el concreto al ser el material más usado para las obras civiles como la construcción de edificaciones, puentes, pavimentos, túneles y viaductos entre otras, debe poseer ciertas características físicas y mecánicas que proporcionen los requerimientos mínimos para el desarrollo de estas obras constructivas mediante sus características físicas como la consistencia, la homogeneidad y asentamiento, peso unitario, apariencia, entre muchas otras, y mecánicas como la resistencia a la compresión, tracción, flexión, módulo de elasticidad. Además de ser un material versátil en cuanto a forma y función.

La definición del concreto armado se encuentra vinculado directamente con el concreto convencional; por tal razón, las características del concreto se analizan con el fin de establecer un óptimo diseño de mezcla adecuado, para unas condiciones específicas de cada proyecto.

En la actualidad se vienen realizando estudios al concreto convencional para perfeccionar sus propiedades físicas y mecánicas mediante la adición de fibras de acero. Desde los años 50 se viene realizando estudios técnicos, en la actualidad se viene fabricando fibras de polipropileno, vidrio, nylon y acero, que cumplen con similitud a misma función de las fibras utilizadas siglos anteriores, con la diferencia de que las fabricadas en la actualidad tienen reglamentación técnica e insumos más resistentes, para poder cubrir las necesidades los menesteres actuales.

Las fibras en la actualidad se vienen utilizando principalmente en pavimentos, losas, revoque de túneles, donde las proporciones de área/volumen es mayor y se requiere de un instrumento de control de grietas superficiales. “Una de las ventajas que ofrece este material, es que no se requieren traslapes como en el refuerzo tradicional y el transporte y almacenamiento a obra es más económica, se ahorra tiempo al no tener que instalarlo previamente, siendo una solución rentable en refuerzo ya que, si se adiciona esta fibra en proporciones adecuadas, se puede evitar deficiencia frágil por cortante y, al mismo tiempo, proporcionar una aporte dúctil en vigas, placas y pavimentos”

Las desventajas son muy pocas, ya que se recomienda almacenarlas libre de la humedad ya que al ser acero estas pueden corroerse. Por otro lado su adición al concreto tiene que ser controlado y con un diseño pre establecido, ya que el exceso de este material podría originar fallas en la estructura.

Para la elaboración de este proyecto de estudio, se determinará experimentalmente el comportamiento de las características físicas y mecánicas convencional y el concreto modificado con fibra de acero con proporciones porcentajes de 20, 25 y 35 kg/m<sup>3</sup> de concreto para una resistencia  $f'_c$  28 Mpa, el cual se ceñirá con el diseño de mezcla presentado y luego se realizaran los ensayos de resistencia a la compresión, tracción indirecta y flexión, los cuales se realizarán con base a la norma, para luego finalmente realizar el estudio de las características producidas por la adición de esta fibra de acero.

## 1.1. Realidad problemática

El concepto de reforzar con materiales fibrosos manufacturados se remonta a muchas décadas atrás; en el antiguo Egipto se incluía paja a la mezcla de adobe con el cual fabricaban ladrillos para transferirle una mayor resistencia y por lo tanto una mejor manipulación después de la exposición al sol y así de esta manera evitar las fisuras. La primera patente de este tipo de concreto reforzado con elementos de acero se realizó en California en 1874 por A. Berard, el cual estaba compuesto por una roca artificial que utilizaba acero granular en cual tiene origen de desechos para el refuerzo del concreto, con el paso de los años, el aspecto de la fibra se va mejorando y en las patentes se emplean procedimientos muy similares a los actuales para fibras de acero, un ejemplo de ello es la patente de G. Constantinesco (1954, Estados Unidos) que se relacionaba con el uso de fibras helicoidales y espirales para incrementar la resistencia a la grieta y la captación de energía en el concreto. A inicios 1950 se realizan numerosos proyectos de investigación vinculados con concretos fibroreforzados con fibras de acero (las fibras de acero poseen en su estructura un bajo o medio contenido en carbono, acero inoxidable y de acero galvanizado).



**Figura 01.** Losa de piso de almacén sin fibras de acero.

**Fuente:** propia.

En nuestro país su uso se viene incrementándose cada vez con más frecuencia, una de sus aplicaciones se dio en la pavimentación de la Av. Venezuela con un antigüedad de 50 años aproximadamente, y que actualmente se mantiene en buen estado con excepción de ciertas fallas tipo desnivel en las juntas de dilatación y en el ensanche por rotura de los bordes en las juntas de contracción, así mismo, se empleó el uso de fibras de acero en la construcción de losas cuya área de los segmentos fue 4x4m. y un espesor de 0,25m. (8000 m<sup>2</sup> en el centro comercial Mega Plaza del cono Norte (SODIMAC, 2005).



**Figura 02.** Losa de piso de tránsito pesado sin fibras de acero.  
**Fuente:** propia

Actualmente, se tiene gran éxito la construcción de pavimentos y reforzamiento de túneles con hormigón fibroreforzados con fibras de acero. En el tiempo actual los concretos reforzados con fibras de acero han venido cambiando la demanda, ya que además de minimizar los costos de construcción, también actúan de manera estructural. La utilización de estos concretos con fibras de acero está progresando a una gran velocidad debido, ya sea por el constante incremento del precio del acero y de sus derivados en estos últimos años, y por otro lado, a las mejoras en los procesos constructivos. Esto ha



generado un cambio progresivo en algunos de los cálculos tradicionales de estos hormigones los cuales han dado nuevas aplicaciones con una mayor responsabilidad estructural.

Para este trabajo se tuvo que revisar bibliografías, tesis y documentos fiables, de los cuales se extrajeron la base para esta tesis. En esta tesis se da a conocer los cambios físicos y mecánicos que ocurren en el concreto tras la adición de fibras de acero, ya que existe mucha incertidumbre con respecto al uso de estas fibras en el concreto, debido al corto o limitado conocimiento sobre el diseño de mezcla del concreto con fibras acero, el incompetente proceso constructivo y la obtención de resultados equívocos de las muestras.



**Figura 03.** Concreto con fibras de acero.  
**Fuente:** propia



## 1.2. Trabajos previos.

Al desarrollar investigaciones se requieren insumos metodológicos y epistemológicos, hallados en estudios científicos que guardan relación con el objeto de estudio; en este sentido se presentan de esta manera:

### 1.2.1 Antecedentes nacionales.

(Moy Mosquera, y otros, 2013 pág. 11), El objetivo del tesista fue estudiar el aporte que tienen la inclusión de fibras de acero al concreto y de esta manera determinar los cambios que genera este material en las características mecánicas del concreto, teniendo como lugar de estudio lugares a más de 3200m.s.n.m.

Por lo tanto este estudio se observaron dos etapas: una investigación bibliográfica que baso en determinar la técnica de diseño y un estudio experimental para reafirmar los conceptos establecidos por el uso del SFRC y a la vez, reafirmar parámetros de diseño existentes de las fibras de acero.

Analizando los resultados obtenidos se determinó que las características propias del concreto patrón, aumentan sus resistencias estructurales.

Se empleó el diseño experimental, el tipo de análisis fue correlacional y los instrumentos usados fueron los certificados granulométricos, rotura de probetas, y equipos mecánicos, en los cuales se usaron y elaboraron fichas de recolección de datos, hojas de cálculo, maquina universal para la prueba a flexión y prensa hidráulica para la prueba a compresión y tracción directa.

Por lo tanto se concluye que la inclusión de fibras de acero, repercute sobre la propiedad del concreto en estado fresco destacando la reducción de la trabajabilidad, el asentamiento de la mezcla disminuye de 4" a 3"; igual se encuentra dentro de las tolerancias que se muestra en la norma ASTM., y en estado endurecido dando mayor capacidad de carga, mejor módulo de rotura y módulo de elasticidad, por tal razón esta fibra tiene un factor importante en la

mejora de la resistencia a la flexión del concreto, aumentado la cohesividad de la masa del concreto colocado, observando una mejor distribución de sus componentes, controlando la segregación y minimizado la exudación.

Por otro lado se demostró que los ensayos realizados en esta tesis, dan un soporte figurado y funcional sobre las características físicas y mecánicas de las fibras usadas en el concreto.

(Gutierrez Ramos, y otros, 2015 pág. 20), El tesista planteo como objetivo que el uso del concreto fibroreforzado con fibras de acero es apropiado para grandes superficies, las cuales tienden a fracturarse precisamente por su longitud en sus muros, pavimentos y losas industriales, los aportes que dan las fibras de acero al concreto son considerables, estas fibras tienen la propiedad de minimizar notablemente la aparición de grietas por contracción plástica o por secado, aumentando la resistencia a la flexión y tracción.

Se usó el método experimental, el tipo de análisis fue explicativo y los instrumentos usados fueron los certificados granulométricos, rotura de probetas y fichas de recolección de datos.

Por lo tanto se concluye que los estudios realizados a los diferentes tipos de concreto con la inclusión de diferentes tipos de fibras de acero dieron como consecuencia un aumento considerable de flexotracción e impacto del concreto.

Por lo cual en este estudio el investigador manifiesta que las fibras de acero dan un aporte mejorado de las características del concreto en estado plástico y endurecido, ofreciendo un mayor tiempo de vida útil, ahorrado tiempo y dinero en la construcción y alargando los periodos de mantenimiento de dichos elementos.

(Córdova Pérez, y otros, 2012 pág. 30), El tesista planteo como objetivo general, determinar la resistencia equivalente de flexión de vigas, utilizando el método japonés JCA SF -4, y usando los materiales producidos por la empresa Maccaferri del Perú y comparado las investigaciones realizadas en Maccaferri de Italia.

Se usó el método experimental, el tipo de análisis fue explicativo y el instrumento fueron certificados de granulometría, rotura de probetas en estado endurecido y máquinas para la elaboración de estos ensayos.

Se concluye que tras los datos obtenidos en la realización de la resistencia equivalente de flexión de vigas, se pudo afirmar que bajo las mismas condiciones de diseño, las resistencias obtenidas con la fibra FF1 son de menor valor que las fibras FF3. Esto demuestra las ventajas de las características de esta fibra, ya que se indica que el tipo de fibra FF3 posee mejor ductibilidad y tenacidad que la fibra FF1.

Se dio a conocer que el investigador tras realizar los ensayos antes mencionados y revisar bibliográficamente las características geométricas y físicas de la fibra comparada dio a conocer las diferentes propiedades que aportan las 2 fibras al concreto independientemente una de la otra, por tal razón demostró que la fibra de acero tiene gran influencia en la resistencia del concreto, teniendo presente el aporte que dan las características físicas y geométricas de cada fibra.

(Carrillo Leiva, y otros, 2017), El tesista propuso como objetivo realizar un análisis y comparación de las características mecánicas del concreto sin fibras de acero y con fibras de acero en diferentes cantidades con respecto a las fibras. Para luego analizar las diferencias que existen entre ellos con respecto a sus propiedades

Se usó el método experimental, el tipo de análisis fue descriptivo y los instrumentos usados fueron los certificados de granulometría rotura de probetas, cono de abrams, hojas de cálculo y fichas de recolección de datos.

Se concluye que al adicionar fibra metálica Dramix 3D en las proporciones planteadas para este estudio, se obtiene como resultado una mejora en un 20% de las propiedades de compresión y flexión respecto al concreto patrón. Se observó que la mejor dosificación de fibras sería con el 2%, ya que con este porcentaje se logra mejoras en las resistencias.

El investigador al analizar los ensayos experimentales de manera estructural y económica, demostró que la inclusión de fibras de acero al concreto da un aporte significativo, por lo tanto afirma que el uso de estas fibras mejorarían los procesos constructivos y servirían como base de información para las personas dedicadas a este rubro

(Castillo Machaca, y otros, 2015 pág. 18), El tesista planteo como objetivo primordial, evaluar la influencia que tiene la inclusión de fibras de acero al concreto, frente a la acción de agentes que son perjudiciales para este y que minorizan su durabilidad, considerando las deficiencias superficiales, estructurales, físicos y químicos, que genera este elemento al concreto.

Se usó el método experimental, el tipo de análisis fue explicativo y el instrumento usado fueron los certificados granulométricos, rotura de probetas, hojas de cálculo y máquinas para rotura de probetas.

El investigador concluye que tras los análisis de los ensayos comparativos del concreto con fibras y sin fibras, el concreto es un material que resiste grandes deformaciones, pero cuando se le adiciona la fibra esta resistencia puede aumentar en un 100%, si se siguen los procedimientos de diseño de concreto con fibras de acero.

El investigador demostró mediante un análisis comparativo experimental las características positivas que generada la adición de fibras de acero al concreto, por ello reafirmo que la fibra de acero tiene mejor comportamiento estructural en la construcción de losas de piso.

### 1.2.2 Antecedentes internacionales.

(López Roman, 2015 pág. 92), El tesista propuso como objetivo, definir las características del concreto reforzado con fibras de acero y fibras de polipropileno, con respecto al concreto patrón, donde se analizaran las propiedades mecánicas que se originan en cada uno de estos de estos concretos con fibras, y donde la cantidad de agua cemento y agregados se mantuvieron constantes en peso variando solo el porcentaje de fibras y el contenido de aditivos.

Se usó el método experimental, cuyo tipo de análisis fue explicativo y los instrumentos usados fueron los certificados granulométricos, rotura de probetas, máquinas para ensayos de resistencia, hoja de cálculo.

El investigador concluye de la investigación que tras el programa experimental de cada una de las mezclas, se observó que concreto tiene menor trabajabilidad cuando se adicionan fibras cortas de acero, se observó también que ambas fibras ayudan a disminuir la aparición de grietas por contracción plástica. Se verifico que la adición de fibras de acero da mayores resistencias del concreto endurecido con respecto al concreto reforzado con fibras de polipropileno. También se concluyó que para mejores resistencias al concreto se recomienda usar 60kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero y 7kg/m<sup>3</sup> para fibras de polipropileno.

El tesista propone que el uso de fibras de acero y polipropileno debe hacerse con las proporciones adecuadas afín de poder obtener los mejores resultados de las resistencias del concreto fibroreforzado.

(Sarta Forero, y otros, 2017 pág. 57), El objetivo del investigador fue determinar la resistencia del concreto adicionándole fibras de acero al 4% y al 6%, las cuales remplazaran un porcentaje del peso del agregado fino de la mezcla, el cual con este experimento se espera identificar cuál de los porcentajes de adición de fibras mejora las propiedades mecánicas del concreto en comparación del concreto convencional.

Se usó el método experimental, cuyo tipo de análisis fue explicativo y los instrumentos usados fueron los certificados granulométricos, rotura de probetas, máquinas para ensayo de resistencia y hojas de cálculo.

El investigador concluye, que la adición de fibras de acero al concreto genera una gran mejoría en la resistencia a la compresión, tracción y flexión, teniendo en cuenta que al momento de realizarse las pruebas de resistencia se presentaron deformaciones más prolongadas durante la aplicación de la carga y cuando estas llegaron a su máximo desempeño no tuvieron fallas súbitas o explosivas.

Por lo tanto se dio a conocer que los resultados conseguidos en la investigación de este trabajo dieron notables mejorías en el concreto reforzado con fibras de acero y por lo tanto se espera que el uso de las fibras de acero en el concreto, sea contemplado con mayor frecuencia en la construcción de obras de alta infraestructura.

(Ramos Salcedo, 2012 pág. 17), El objetivo del investigador fue proponer una metodológica para el análisis del HRFA de sección circular el cual estaría sometido a esfuerzo a la flexión con una proporción razonable de fibras de acero y comparado con la resistencia a la flexión de otro elemento de hormigón reforzado convencionalmente, teniendo como base las metodologías presentadas por otros autores. Por otro lado planteo otros métodos futuros de investigación.

Se usó el método experimental, cuyo tipo de análisis fue explicativo y los instrumentos utilizados fueron los certificados granulométricos, rotura de probetas, fichas técnicas de los agregados, máquinas para determinar las resistencias y hojas de cálculo.

Se concluye que los pilotes con HRFA dan mejor comportamiento dúctil, menor propagación de fisuras, ahorro en el proceso constructivo (transporte colocación y materia prima), por otro lado tras los ensayos realizados las fibras trabajan bidireccionalmente en comparación con el hormigón reforzado con acero convencional. Por otro lado se comprobó que la capacidad residual del

CRFA depende de la cantidad de fibras utilizadas en su elaboración, ya que se verifico que en los ensayos experimentales la capacidad de carga residual mejoro según aumento la dosificación de la fibra.

Por lo tanto en la investigación, el investigador demostró que tras analizar el CRFA, este obtuvo mejores resultados en su resistencia y en la economía del estudio, debido a que con la inclusión de fibras de acero en el hormigón no se presentan desperdicios de acero tal como si se observan en el uso del acero convencional.

(Irías Pineda, 2013), El propósito del tesista fue analizar las características mecánicas del hormigón reforzados con fibra y/o solo fibras, relacionando y examinando el comportamiento de cada diseño y que al realizar el análisis de las pruebas de laboratorio estos resultados nos ayuden a plantear de forma explícita las características mecánicas que se generan en el concreto tras la adición de estas fibras en el concreto.

Se usó el método experimental, cuyo tipo de análisis fue explicativo y los instrumentos usaron fueron los certificados granulométricos, rotura de probetas, máquinas para ensayo de resistencia, hojas de cálculo y check list.

Se concluye del estudio que las fibras de acero dan mayores resistencias estructurales, sin dejar de lado el aporte que dan los otros tipos de fibras pero en diferentes dimensiones, dado que en cada caso se tiene que evaluar el tipo y las cantidades de la fibra a usar.

Por lo tanto el investigador pretende demostrar mediante pruebas de laboratorio las diferentes características mecánicas que ofrecen las diferentes clases de fibras, y que tras hacer una comparación de sus usos, aplicaciones y ventajas mecánicas de este material, se establece que la fibra de acero da un gran aporte estructural al elemento.

(León, 2014 pág. 20), El propósito del investigador fue difundir la necesidad de realizar ensayos de tipo no destructivo en la estructura ya vaciada, y de esta manera obtener resultados exactos de los elementos sin la necesidad de recurrir a la utilización de pruebas de ensayos de tipo destructivo, los cuales en muchos casos pueden afectar a la estructura. En la actualidad ya se viene realizando este tipo de ensayos de inspección insitu para obtener información sin recurrir a procedimientos invasores o destructivos, se observa que tras el pasar del tiempo esta técnica ira en constante ascenso.

Se usó el método experimental, cuyo tipo de análisis fue explicativo y el instrumento usado fueron los certificados granulométricos, rotura de probetas, reporte de análisis de las pruebas ultrasónicas y hojas de cálculo.

Se concluye del estudio que el uso o aplicación de los diferentes tipos y procedimientos de ensayos no destructivos tienen grandes ventajas con respecto al tipo de ensayo convencional, ya que este tipo de ensayo cada vez tiene mejores equipos de medición como por ejemplo: velocidad del pulso ultrasónico, esclerómetro, ondas ultravioletas, etc.

En este estudio se demostró que las pruebas no destructivas al concreto son de gran importancia ya que aparte de no afectar a la estructura, nos dan un valor verdadero, y de esta manera se tiene la seguridad que dichas pruebas no alteran las características del concreto.



### 1.3. Teorías relacionadas al tema

#### A) Fibras de acero.

Para explicar a esta variable se investigaron autores, las cuales se detallan:

(Tolos Gebelí, 2011 pág. 18), Las fibras es una materia de cortas dimensiones que se adiciona al concreto afín de proporcionarle propiedades propias de las fibras.

Las fibras son producidas con una variada gama de formas, dimensiones, se caracteriza respecto a las demás por su geometría, dimensiones, superficie pareja, de forma rectilínea o doblada, la cual es empleada como refuerzo al hormigón y se disipa en forma homogénea a la masa manteniendo intactas sus características geométricas.

Las fibras al unirse con el concreto forma una masa con resistencia muy elevada a la tracción, ya que cuando se produce una micro fisura, la fibra controla y reduce la propagación de la misma, dando mejor tenacidad al elemento. (Colegio de Ingenieros del Perú 2012: 4).

Para explicar a esta variable se investigaron autores, las cuales se detallan:

(H. Kosmatka, y otros, 2004 págs. 153-159), En este libro se estudia las propiedades del concreto, en el cual se menciona que estas propiedades dependen de las características de los materiales y de la adherencia entre los dos. El concreto de buena calidad es aquel que puede cubrir al agregado con su pasta y llenar todos los espacios vacíos entre ellos.

Para obtener un diseño de buena calidad se requieren de varios factores, uno de ellos son los materiales usados, por otro lado la relación agua-cemento, el mezclado, colocación y curado, ya que estos hacen que el concreto alcance las resistencia requerida por el diseño.

En el estudio experimental se realizaron diferentes muestras de concreto convencional y concreto con fibras metálicas.

La gran importancia para la elaboración de una mezcla no solo es controlar los materiales y su dosificación, si no también controlar el proceso constructivo del mismo, hasta llegar a su estado máximo (concreto endurecido).

El concreto tiene por naturaleza una gran resistencia a la compresión, pero baja resistencia a la flexión y tracción, pero al adicionarle las fibras metálicas adquiere una gran resistencia en sus resistencias deficientes, siempre y cuando se tenga un diseño y control sobre la adición de esta fibra.

(Gonzales Cuevas, y otros, 20015 págs. 17-20), El investigador tiene por objetivo establecer ciertas condiciones y características sobre los elementos de una estructura, ya que estas tienen que cumplir funciones estructurales con un grado de seguridad razonable, el cual en su estado de servicio tiene que comportarse en óptimas condiciones. Por tal motivo es necesario saber la correlación que hay entre las características de los elementos (dimensiones, refuerzos), las cargas que puede soportar esa estructura y los efectos que dichas cargas producen sobre esta estructura, en otras palabras es necesario tener presente los límites máximo de carga de esta estructura.

El valor que tiene una estructura está ligada a las solicitaciones a que puede estar sometida.

Entre las principales solicitaciones de la estructura encontramos por ejemplo: el peso propio, las cargas vivas, las presiones por viento, las aceleraciones por sismo y los asentamientos. Por tal motivo si el elemento no cumple con los parámetros necesarios para su construcción estos podrían originar deformaciones, agrietamiento, poca durabilidad y vibración de la estructura.

(Mc Cormac, y otros, 2011 pág. 20), El concreto es el material más común y el más importante para la construcción, al reforzarlo con acero este adquiere ciertas propiedades que son superiores al concreto simple. Su uso es múltiple ya que se puede usar en todo tipo de estructuras.

Tras el estudio que se realiza constantemente a este material podemos encontrar diferentes características y propiedades en su estado natural, ya que cuando se adicionan algún elemento como aditivos líquidos o sólidos, estos adquieren otras características y propiedades y las cuales ofrecen mejores resultados de trabajabilidad y resistencias finales

Por otro lado los agregados seleccionados fueron de tal modo que cumplían los parámetros granulométricos de cada tipo, ya que ellos son de vital importancia para el óptimo diseño de mezcla

Al realizar el ensayo de resistencias a la compresión de concretos reforzados con fibras y sin fibras de acero, notamos una leve mejoría que se podría tomar como nula. Por otro lado el concretos resultante con adición de fibras de acero tiene mejor resistencia al agrietamiento y al impacto son considerablemente más firmes y tienen mayor resistencia al agrietamiento y al impacto., ya que aumenta su tenacidad y ductibilidad.

(Maccaferri, 2007), La fibra de acero es un material que cierta característica geométrica, dimensión predominante y superficie pareja, pueden ser de forma rectilínea y doblada, es usado como refuerzo en la mezcla del concreto, esta fibra es de fácil dispersión en la masa del concreto, manteniendo inalterada las características geométricas (UNI 11037). La fibra se caracteriza principalmente por su geometría (longitud L, forma y por el diámetro equivalente  $D\phi$ ). El aspecto de la fibra es obtenida por la relación entre longitud y el diámetro equivalente.

Este último manual antes mencionado: Fibras como elemento estructural para el refuerzo del hormigón, se usara como base para el análisis de la variable independiente “Fibras de acero”, ya que en este ejemplar se han podido descubrir muchas características físicas y mecánicas de este material y se han

obtenido conceptos reales de los indicadores y la forma de como proponerlos en los reportes elaborados.

En la investigación de esta variable se encontraron las siguientes dimensiones, las cuales se detallan:

#### A.1. Clasificación de las fibras de acero.

Las fibras se pueden clasificar de 2 formas:

- No estructurales, no son usadas para mejorar el comportamiento estructural del elemento, pero aportan otras características al concreto como por ejemplo el control de la fisuración por retracción, incremento de la resistencia al fuego, abrasión, impacto y otros.
- Estructurales: son consideradas en la mezcla para obtener mejoras en el comportamiento estructural, como mejor resistencia a la flexión y tracción, ya que proporcionan una mayor energía a la rotura del concreto en masa.

##### A.1.1. En función del material base.

Estas son de diferente procedencia de acuerdo al uso y material de fabricación:

- Metálicas: aceros de carbono y ligados, aluminio.
- Naturales: amianto (asbesto), celulosa, carbón.
- Sintéticas: nylon, polipropileno, poliacrilo nitrato, polivinil alcohol.

**Tabla 01.** Características mecánicas de las diferentes fibras existentes.

Tipo de Fibra	Diámetro equivalente (mm)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Resistencia a tracción (Mpa)	Módulo de Young (Gpa)	Alargamiento de Rotura (%)
Acrílico	0.02 - 0.35	1100	200 - 400	2	1.1
Asbesto	0.0015 - 0.02	3200	600 - 1000	83 - 138	1 - 2
Algodón	0.2 - 0.6	1500	400 - 700	4.8	3 - 10
Vidrio	0.005 - 0.15	2500	1000 - 2600	70 - 80	1.5 - 3.5
Grafito	0.008 - 0.009	1900	1000 - 2600	230 - 415	0.5 - 1
Aramida	0.01	1450	3500 - 3600	65 - 133	2.1 - 4
Nylon	0.02 - 0.4	1100	760 - 820	4.1	16 - 20
Poliéster	0.02 - 0.4	1400	720 - 860	8.3	11 - 13
Polipropileno	0.02 - 1	900 - 950	200 - 760	3.5 - 15	5 - 25
Polivinil alcohol	0.027 - 0.660	1300	900 - 1600	23 - 40	7 - 8
Carbon	-	1400	4000	230 - 240	1.4 - 1.8
Rayon	0.02 - 0.38	1500	400 - 600	6.9	10 - 25
Basalto	0.0106	2593	990	7.6	2.56
Polietileno	0.025 - 1	960	200 - 300	5.0	3
Sisal	0.08 - 0.3	760 - 1100	228 - 800	11 - 27	2.1 - 4.2
Coco	0.11 - 0.53	680 - 1020	2108 - 250	2.5 - 4.5	14 - 4.1
Yute	0.1 - 0.2	1030	250 - 350	26 - 32	1.5 - 1.9
Acero	0.15 - 1	7840	345 - 3000	200	4 - 10

**Fuente:** ACI 544.5R-10

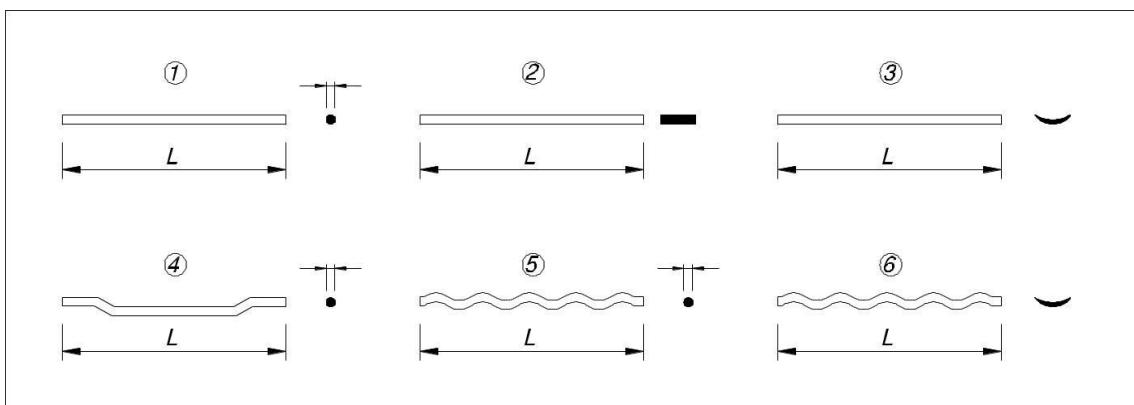
Tras observar la tabla y verificar que las propiedades de cada tipo de fibra es diferente una de la otra, ya sea en su diámetro equivalente, densidad, resistencia a la tracción, módulo de Young y módulo de elasticidad. Por otro lado se recomienda que para que las fibras aporten una buena resistencia al concreto este deberá tener un módulo de elasticidad 3 veces mayor que la del concreto, por tal motivo se observa en el cuadro que esta fibra tiene un módulo de elasticidad es 7 veces mayor que la del concreto.

Las fibras de acero Wirand son de bajo y medio contenido en carbono, de acero inoxidable y de acero galvanizado, por lo cual su uso en el concreto no repercute negativamente en la calidad de este. Se menciona también que el uso de fibras de acero en todas sus clasificaciones y tipos genera diferentes aportes al concreto ya sean que mejoran sus resistencias y/o minimizan las fisuras en el concreto.

#### A.1.2. En función de la forma de la sección transversal.

Estas tienen forma muy variada: rectas, corrugadas, onduladas, dentados, con extremos conformados y otras.

El cuerpo tiene forma muy variada: cuadradas, circulares, planas y rectangulares.



**Figura 04.** Clasificación de las fibras, según su forma.

**Fuente:** Manual de Fibras Maccaferri 2007.

#### A.1.3. Según su forma o aspecto

Según su forma y aspecto tiene característica geométrica (longitud  $L$ , forma y diámetro equivalente).

Se concluye que si la fibra tiene mayor relación de forma esta es más ligera y por consiguiente tendrá mayor cantidad de fibras por unidad de masa. Se obtuvo ciertos parámetros con relación a la forma y se concluyó que esta debe ser muy elevada y estar entre los valores de 45 y 70.

## A.2. Tipos de fibras de acero.

Según el ASTM A 820-2006, Las fibras de acero son clasificadas en:

### A.2.1. Tipos 1.

Estas fibras son de alambre conformadas en frío y son de fácil adquisición en el mercado, son elaboradas de alambre de acero conformado. Generalmente de secciones circulares y suelen tener diámetros de 0.25 a 1 mm.

### A.2.2. Tipo II.

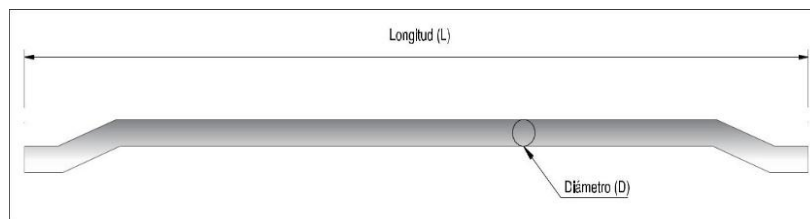
Estas fibras son cortadas de chapas de acero y se fabrican tal como su nombre lo indica. Generalmente son planas y rectas y suelen tener dimensiones de 0.15 a 0.64 mm y anchos de 0.25 a 2 mm.

### A.2.3. Tipo III.

Estas fibras son extraídas de la fundición, las cuales se elaboran mediante procedimientos prácticamente complicados donde una rueda en rotación se utiliza para levantar el acero en líquido de una superficie de metal fundido, a través de la acción de capilaridad. El acero fundido retirado se congela rápidamente en forma de fibras y se extrae de la rueda por la fuerza centrífuga. Las fibras que suceden de este procedimiento tienen una sección transversal con aspecto de medialuna.

## A.3 Características de las fibras de acero.

Se caracterizan por su longitud (L), por el diámetro equivalente (De) y anclaje en las extremidades.

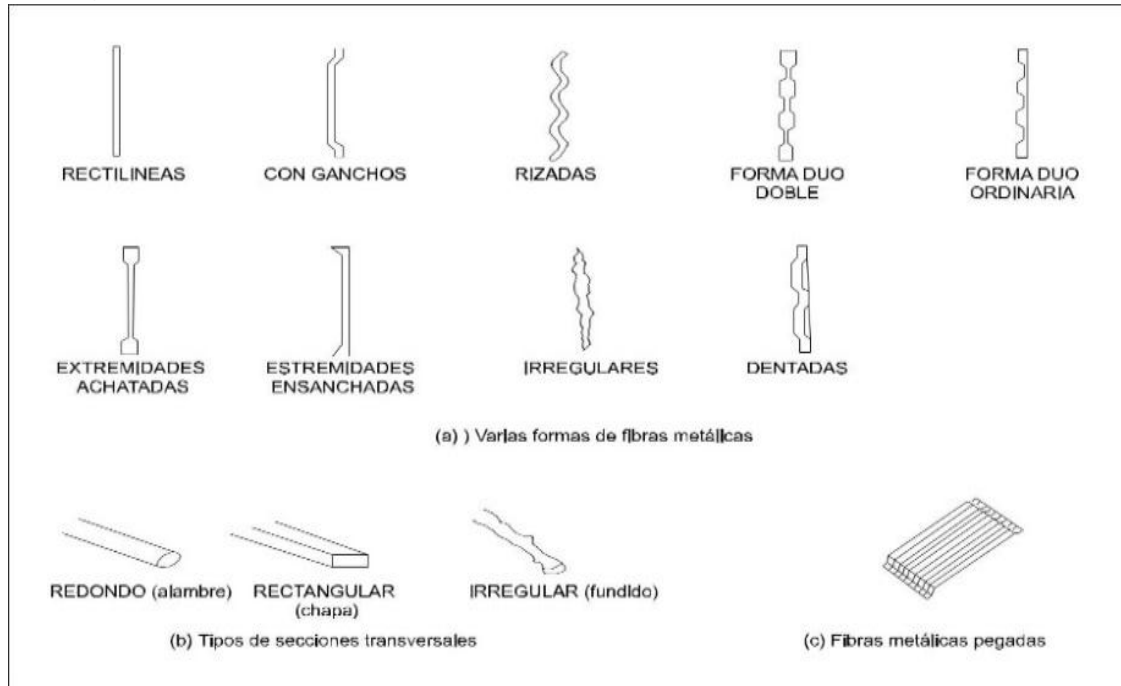


**Figura 05.** Partes de la fibra de acero.

**Fuente:** Manual de Fibras Wirand Maccaferri 2007.

### A.3.1 Geométricas.

(ACI 544.3R-08., 2008 pág. 3). Las fibras de acero no deberán contener en su superficie impurezas como (óxido, aceite y materiales dañinos). La longitud de las fibras están comúnmente entre 0.5 pulg hasta 2.5 pulg (63.5mm hasta 127mm) esta relación de aspecto debe ser la longitud dividido por el diámetro o el diámetro equivalente (en el caso de fibras con sección no circular), deben estar en rango de 30 a 100mm.



**Figura 06.** Características de las fibras de acero, según su geometría.

**Fuente:** Manual de Fibras Wirand Maccaferri 2007.

### A.3.2 Físicas

(ACI 544,5R-10, 2010). Las fibras deben tener un peso específico promedio 7840 kg/cm<sup>3</sup>. La compañía Maccaferri produce fibras de acero con peso específico promedio 7850 kg/cm<sup>3</sup>, el cual estamos considerando en nuestra investigación, debido a que estamos usando estas fibras.

La cantidad de fibras por kilogramo es otra de las características físicas y la cual se puede hallar con la siguiente ecuación:

$$N^{\circ}F^{\circ}/kg = \frac{4000000}{L \cdot D e^2 \cdot \pi \cdot \gamma}$$



Donde:

N°F°/kg : Número de fibras por kilogramo

L : Longitud promedio de las fibras en mm.

De : Diámetro equivalente de la fibra en mm.

Y : Peso específico de la fibra en kg/m<sup>3</sup>.

(Maccaferri, 2011). Las fibras de acero Maccaferri tienen una temperatura de fusión de 1500°C y comportamiento de fluidez en tensión (punto de vitrificación) a más de 370°C.

### A.3.3 Mecánicas.

De acuerdo a la norma ASTM A 820, el esfuerzo a la tensión promedio de las fibras de acero no será menor que 50 000 psi (345Mpa). La característica mecánica de las fibras debe ser muy elevada, con resistencias a la tracción 11000kg/cm<sup>2</sup> aproximadamente. Donde la ductilidad de la fibra se evaluara con ensayos de doblado alternado.

Para efectos de comparación se están analizando las fibras de acero Maccaferri, las cuales tiene las siguientes características mecánicas:

Módulo de Young : 210 000Mpa.

Resistencia a la tracción : 500 – 2000Mpa.

Deformación a la rotura : 0.50 – 0.35%.

Por otro lado se recalca que las fibras de acero varían sus características mecánicas de acuerdo a la geometría de las mismas.

### Aplicación y usos en la construcción.

Existe un campo muy amplio donde se desarrolla el uso de fibras, como por ejemplo la adición de esta para mejorar las resistencias estructurales del concreto, a continuación se mencionan algunas aplicaciones:

- Losas y pavimentos, las ventajas en uso de las fibras de acero en pavimentos rígidos son incuestionables, comparado con la malla de acero convencional. Se reduce el tiempo total de ejecución de la obra y el número de operarios no se necesita almacén para ahorrando así espacio en la obra.

La dosificación mínima es 20kg/cm<sup>2</sup> dependiendo de las características del proyecto. Se recomienda realizar diseños previos del concreto con fibra, ya que una dosificación sin control reduce considerablemente la trabajabilidad de la mezcla y podría producir fallas en el elemento.

- Concreto proyectado, es una novedad en los trabajos de revestimiento de taludes, canales y túneles, de este modo, acelera la velocidad de excavación debido a la eliminación de la etapa de instalación de cimbra y malla metálica antes del vaciado.
- Elementos prefabricados, se viene fabricando a gran escala en ciertos elementos, ya que su producción es obtenida por ciertas ventajas como la eliminación de la armadura y de fabricación en serie.

### Aportes de las fibras de acero al concreto.

Los principales mejores que se han estudiado a lo largo de los años se agrupan en:

- Ductilidad.-las fibras de acero aumentan las propiedades mecánicas del concreto, al transferir un aumento de la resistencia a la tracción, a su vez mejora su ductilidad post-grieta, evitando el comportamiento frágil del concreto. Esto dependerá de los porcentajes de fibras que se adicionen, y la capacidad de anclaje en la mezcla.
- Compresión.- el uso de fibras varía la resistencia a la compresión. Si la inclusión es desde 1.5% del volumen total, puede aumentar entre 0 y 15% esta resistencia.
- Tensión directa.- de igual manera, si el volumen de fibras adicionadas es superior al 1.5% del volumen total, el incremento de la tensión directa se considera positivo, ya que se encuentra entre el 30 y 40%.
- Tenacidad.- básicamente, las fibras aumentan la tenacidad, es decir, aumenta la capacidad de absorber energía después de la deformación (post-fisuración). Por lo tanto se minimizara el agrietamiento.
- Cortante y torsión.- aunque no existe mucha investigación en estos efectos, estos dependen básicamente del alineamiento de las fibras.
- Otros.- otras propiedades que proporcionan las fibras de acero son mejorar el comportamiento de los ciclos de fatiga, aumentando la capacidad de carga y controlando la permeabilidad de la mezcla para de esta manera evitar la penetración de agentes oxidantes.

La nomenclatura adoptada para las fibras Wirand®, básicamente, se refieren a su aplicación:

- FF = fiber flooring – fibras para losas.
- FS = fiber shocrete – fibras para concreto lanzado.

**Tabla 02.** Tipos de fibras de acero, según sus características físicas.

Codigo de la fibra	Material de Produccion	Resistencia a la traccion (Mpa)	Dimensiones			
			Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Factor de Forma ( L/d)	Numero de Fibras por kg
Wirand® FF1	Alambre de acero con bajo contenido de carbono trefilado en frio	1100	50	1.00	50	3244
Wirand® FF3	Alambre de acero con bajo contenido de carbono trefilado en frio	1200	50	0.75	67	5767
Wirand® FF4	Alambre de acero con bajo contenido de carbono trefilado en frio	1200	60	0.75	80	4806
Wirand® FS1	Alambre de acero con bajo contenido de carbono trefilado en frio	1200	37	0.55	67	14348
Wirand® FS3N	Alambre de acero con bajo contenido de carbono trefilado en frio	1200	33	0.75	44	8651
Wirand® FS4N	Alambre de acero con bajo contenido de carbono trefilado en frio	1200	33	0.60	55	13518
Wirand® FS7	Alambre de acero con bajo contenido de carbono trefilado en frio	1300	33	0.55	60	16087

**Fuente:** Fibras Wirand y Fibromac – Maccaferri 2007.

### Ventajas de las fibras de acero al concreto.

- Las fibras de acero mejoran la resistencia a la flexión del concreto.
- Debido a que las fibras se encuentran empotradas en la matriz (concreto), se corrobora con la ductilidad de éste.
- Pueden reemplazar el acero de temperatura en losas apoyadas sobre el suelo, incrementando el rendimiento de vaciado de concreto y ahorro de mano de obra en habilitación del acero.
- Mejoran la resistencia del concreto a la contracción plástica, al impacto, variaciones térmicas y abrasión.
- Se distribuyen uniformemente durante el mezclado del concreto.
- Mejoran la distribución de esfuerzos internos.
- Reducen la exudación.
- Reducción del espesor de los elementos construidos (losas, pavimentos y muros).
- Reducción de la cantidad de juntas (pavimentos y losas).
- Reducción de gastos de mantenimiento (serán con tiempo más prolongado).
- Reducción en el costo de almacenamiento (no se requieren espacios grandes)
- Disminuye la propagación de micro fisuras (todo tipo de obra).
- Proporciona una mayor resistencia a la flexión y tracción (sobre todo en obras de losas y pavimentos).
- El módulo de elasticidad de estas fibras es superior a la del concreto (diez veces mayor).

### Desventajas de las fibras de acero al concreto.

- Reducen la trabajabilidad del concreto.
- Incrementan el costo de producción de concreto.
- El exceso de vibración pueden originar erizos
- Requieren de un mayor grado de compactibilidad en comparación a un concreto convencional.
- Mayor tiempo de preparación del concreto.
- Es vulnerable en estructuras hidráulicas (el agua oxida el acero), por lo cual no son aplicables en este tipo de estructuras, a excepción de las estructuras hidrodinámicas.
- Las fibras de acero no poseen rigidez al estar empotrado en el concreto.

### B) Características físicas y mecánicas del concreto.

Para explicar a esta variable se investigaron autores, las cuales se detallan:

(Arthur, y otros, 2011 págs. 29 - 32), Si una estructura es diseñada respetando los procedimientos constructivos de diseño y construcción, esta cumplirá su función, para cual fue diseñada y podrá ser segura ante cualquier movimiento sísmico, evitando el colapso. El buen funcionamiento requiriere que dicha estructura tenga deflexiones muy pequeñas y las fisuras no sean en gran cantidad ni magnitud, estando estas en el límite de tolerancia.

Se obtendrá una buena resistencia de la estructura construida, si en el diseño se pudiera predecirse en forma precisa su resistencias ultima, y si las cargas y resultados internos (momentos, cortantes, fuerzas axiales) se conocieran con precisión, la seguridad de la estructura se garantizaría, proporcionando una capacidad portante superior a la que se requiere para las cargas conocidas. Sin embargo, existen diversos factores que son determinantes en la construcción de la estructura reforzada, en al cual resistencia depende de los materiales usados, los cuales no se pueden precisar de manera exacta, por lo que se consideran las resistencias mínimas de sus ensayos, por otro lado la

resistencia de la estructura depende también del proceso constructivo, como también una buena supervisión.

(Cervera Ruiz, y otros, 2003 págs. 35 - 36), La correlación que existe entre la tensión y la deformación de un material se evalúa de manera experimental mediante resultados de laboratorio. Los resultados más rápidos y simples de obtener son los de tracción y de compresión pura, las cuales se realizan sobre probetas cilíndricas normalizadas. Estos resultados se obtienen tras el ensayo que se realiza a la probeta, en la cual se aplica una fuerza  $P$  a los extremos de la probeta en dirección del eje de la misma. Llamando  $A$  al área inicial de la sección transversal de la probeta, con la siguiente formula se define la tensión nominal (media):

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Por consiguiente, la longitud calibrada de la probeta  $L$  y el alargamiento producido por la fuerza axial  $\Delta L$ , se define como deformación axial nominal:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

Por otro lado si en el ensayo se mide la variación de una de las dimensiones transversales de la probeta  $\Delta d$ , cuya longitud inicial es  $d$ , se puede calcular la deformación transversal nominal como:

$$\epsilon^t = \frac{\Delta d}{d}$$

(Porrero S., y otros, 2014), Este manual tiene como propósito establecer procedimientos con fundamento experimental, los cuales ayuden a representar la ejecución de los ensayos de manera más eficiente tanto en las normas que lo amparan como en el control de calidad.

El estudio experimental se basó en el análisis de los estados el concreto (fresco, plástico y endurecido), tanto simple como reforzado con acero, en el cual se consideró que los resultados obtenidos en estado fresco son solo referentes, ya que los resultados reales serán cuando el concreto alcanza su estado de

endurecimiento y las operaciones de colocación, compactación y curado sean bien ejecutadas.

En el presente manual se detalla los procedimientos que se deben de seguir para la elaboración de las probetas con concreto en estado fresco y endurecido, también se evaluó y analizó el estudio de las pruebas realizadas a cada una de las muestras en los diferentes estados, los cuales se hicieron tomando en cuenta las normas vigentes.

Por otro lado se estudiaron las fallas que se originan en el concreto plástico (contracción plástica), como endurecida (fisuras, grietas), en las cuales se hizo una estadística de las posibles causas que originan este tipo de fallas en concreto endurecido. Por último se evaluó los componentes y complementos del concreto.

(Pasquel Carbajal, 1998), Este libro tuvo como objetivo difundir los principios básicos necesarios para saber, utilizar y valorar el comportamiento del concreto en sus diferentes estados.

Tras revisar las experiencia científicas de diversos autores se complementó con comprobar que los estudios realizados tenían cierta valides, por lo que se estudiaron las características físicas de los agregados y su influencia sobre las características físicas y mecánicas del concreto, a través de los diferentes tipos de ensayos normalizados

Por otro lado tras revisar los conceptos, procedimientos de elaboración del concreto y realización de probetas, se evaluaron los resultados obtenidos a los ensayos de consolidación, exudación, aire incluido, resistencia a la compresión, tracción y flexión, etc, los cuales estuvieron contemplados con los procedimientos de las en las normas vigentes.

Para la elaboración de este libro se revisaron los diferentes métodos de diseño, de los cuales se realizaron los diseños con cada método, dando como conclusión la selección del diseño ACI como diseño modelo.



Como comentario final se realizó el estudio de las causas que intervienen en las fallas del concreto, ya sean en estado fresco, plástico y endurecido, las cuales están contempladas en las normas vigentes.

Por lo tanto este libro nos da los conceptos suficientes para entender el estudio del concreto con fibras de acero y a su vez concluye el autor que al ser este una materia de estudio permanente, habrá nuevos ajustes con respecto a la metodología de este material conforme se vaya investigando nuevas características,

Este último libro antes mencionado: **Tópicos de tecnología del concreto en el Perú, 2da edición**, se utilizó como guía para el estudio de la variable dependiente “Propiedades mecánicas del concreto”, por lo tanto este se han descubierto las características físicas y mecánicas concreto, y en la cual se hallaron definiciones de todos los indicadores y la forma como representarlos en los formatos de esta tesis.

En la investigación de esta variable se encontraron las siguientes dimensiones, las cuales se detallan:

#### B.1 Componentes del concreto.

(Abanto Castillo, 2009 pág. 11), el concreto es una mezcla de cemento, agregados, agua y adicionantes los cuales están en proporciones adecuadas para los diferentes elementos a construir, se adquiere en una estado plástica para luego pasar por varios estados y llegando a su estado final endurecido.

Según el ACI, el concreto fibroreforzado está constituido a partir de cemento hidráulico, con adición de agregados finos y gruesos, y complementado con filamentos o fibras discretas discontinuas. Estructuralmente tiene una mejor resistencia a la rotura, por lo que se pueden sustituir parcial o completamente las armaduras de acero. Por otro lado, cuando las fibras de acero no aportan resistencia a la estructura, proporcionan un notable incremento de resistencia a las fisuras, así como también un incremento en otras propiedades:

Tipos de concreto.

- Concreto simple.

(Abanto Castillo, 2009 pág. 12), Es un conglomerado de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso y agua. Por lo cual la pasta de cemento deberá envolver totalmente al agregado grueso y el agregado fino deberá llenar todos los espacios entre los agregados y a la vez estar cubierto con la misma pasta.

Cemento + Agregado fino + Agregado grueso + Agua = Concreto simple.

- Concreto reforzado.

(Abanto Castillo, 2009 pág. 13), se califica así al concreto simple con adición de armaduras de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la hipótesis de que los dos materiales se complementan para ofrecer mejores resistencias a las estructuras, en la cual la armadura sirve para soportar esfuerzos de tracción y flexión, a la vez incrementar la resistencia a la compresión del concreto.

Concreto simple + Armaduras = Concreto armado

- Reforzado con varillas de acero.
- Reforzado con fibras de acero.

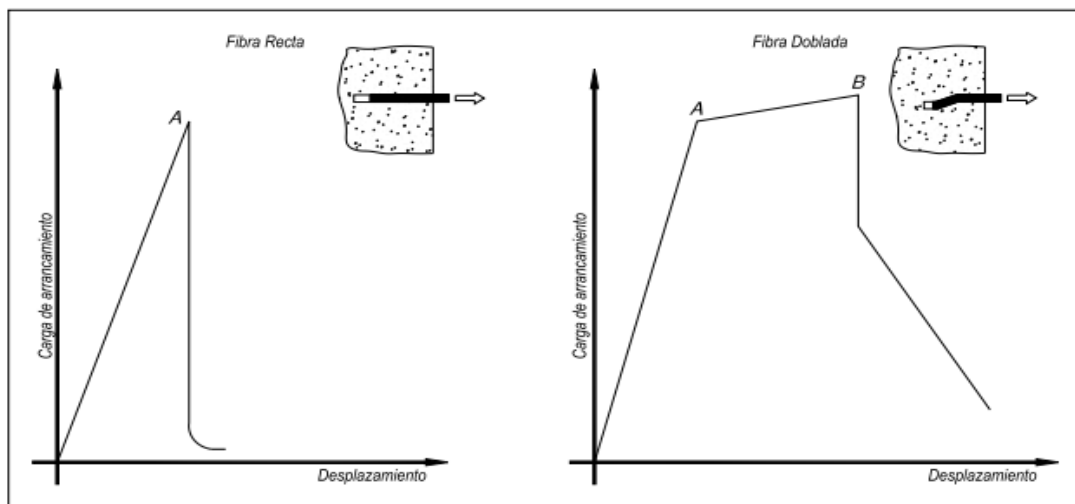
## Concreto reforzado con fibras de acero.

El concreto reforzado con fibras (FRC) no es más que un concreto simple en el cual se adicionan fibras cortas y discretas, las cuales se distribuyen aleatoriamente en su masa.

Este concreto fibroreforzado brinda una mayor resistencia a la rotura, al impacto, la cual puede sustituir de forma parcial o total la armadura de algunos elementos.

Las fibras son usadas para la construcción de elementos estructurales, las cuales aparte de brindar este aporte dan un ahorro en cuanto a la reducción de mano de obra tras la eliminación del refuerzo tradicional.

El concreto tiene muy poca resistencia a la tracción, por lo cual al adicionar las fibras metálicas este transporte estos esfuerzos a las fibras e acero una vez que se ha producido la micro fisura incrementando su tenacidad.



**Figura 07.** Grafica Carga – Desplazamiento de dos tipos de fibras de acero.  
**Fuente:** Maccaferri, 2007)

### B.1.1 Cemento.

(Abanto Castillo, 2009 pág. 15), Este producto es muy comercial y de fácil adquisición, el cual cuando se une con el agua ya sea solo o con otros componentes tiene la particularidad de reaccionar lentamente con el agua para luego formar una mezcla endurecida.

Cuanto se obtenga una mezcla con alto contenido de fibras y menor tamaño máximo del agregado, se empleara un mayor volumen de cemento con el propósito de obtener más pasta

#### **Tipos de cemento:**

- Tipo I: Este cemento está dirigido a todo tipo de obras en general, cuando en las especificaciones no se especifica la utilización de los otros 4 tipos de cemento.
- Tipo II: Este cemento está dirigido a todo tipo de obras en especial las obras que están expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se necesite controlado calor de hidratación.
- Tipo III: Este el cemento es considerado de alta resistencia inicial. Este concreto hecho con este tipo de cemento desarrolla una resistencia en tres días igual a la desarrollada en 28 días por concretos hechos con cemento tipo I o tipo II.
- Tipo IV: Este cemento requiere un bajo calor de hidratación.
- Tipo V: Este cemento requiere alta resistencia a la acción de los sulfatos. Los usos que comprenden son las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con mucho contenido de álcalis y estructuras expuestas al agua de mar.

### B.1.2 Agregados.



(Abanto Castillo, 2009 pág. 23), también llamados áridos, son materiales inertes que se mezclan con los aglomerantes (cemento, cal, etc.) y el agua, de los cuales se obtiene concretos y morteros. La importancia de estos agregados constituye alrededor del 75% en volumen, de una mezcla típica de concreto. Por tanto se denota que la importancia del agregado radica en que tenga una buena resistencia, durabilidad y que su superficie esté libre de impurezas como barro, limo y materia orgánica, que puedan debilitar el enlace con la pasta de cemento.

**Tabla 03.** Porcentajes mínimos de granulometría de agregados.

TAMIZ	LÍMITES
	TOTALES
9.5 mm (3/8")	100
4.75 mm (n°4)	95 - 100
2.36 mm (n°8)	80 - 100
1.18 mm (n°16)	50 - 85
600 um (n°30)	25 - 60
300 um (n°50)	05 - 30
150 um (n° 100)	0 - 10

**Fuente:** NTP 400.037, 2002. (AGREGADOS).

Los agregados naturales se clasifican en:

- a) Agregados finos  - Arena fina  
- Arena gruesa.
  
- b) Agregados gruesos  - Grava.  
- Piedra.

**Tabla 04.** Porcentajes mínimos de granulometría de agregados.

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DE AGREGADO MM (PULG)	MASA MÍNIMA DE LA MUESTRA DE AGREGADO DE PESO NORMAL EN KG
4.75 (0.187) (n°4)	0.5
9.5 (3/8)	1.5
12.5 (1/2)	2
19.0 (3/4)	3
25.0 (1)	4
37.5 (1 1/2)	6
50.0 (2)	8
63.0 (2 1/2)	10
75.0 (3)	13
90.0 (3 1/2)	16
100.0 (4)	25
150 (6)	50

**Fuente:** NTP 339.185, 2002. (AGREGADOS).

A continuación se detalla alguna de las propiedades de los agregados:

- Propiedades físicas.
  - Peso específico.
  - Peso unitario.
  - Porcentaje de vacíos.
  - Humedad.
  - Absorción.
  - Porosidad.
  - Superficie específica.
  
- Propiedades químicas.
  - Reacción Álcali-Sílice.
  - Reacción Álcali-Carbonatos.
  
- Propiedades mecánicas.
  - Resistencia.
  - Tenacidad.
  - Dureza.
  - Módulo de elasticidad.

- Propiedades térmicas.
  - Coeficiente de expansión.
  - Calor específico.
  - Conductividad térmica.

Los agregados deben cumplir con ciertos requisitos:

- Norma E. 060 en el punto 3.3 sobre agregados, del RNE.
- Especificaciones normalizadas para agregados de la NTP 400.037.

En la actualidad encontramos agregados rodados o chancados, siendo el más adecuado para su uso el chancado, ya que para valores similares de relación agua/cemento con este agregado se obtiene mejor docilidad que con los agregados rodados. Respecto a la cantidad de finos, cuando adicionamos fibras de acero es recomendable añadir mayor volumen de finos para minimizar el riesgo de segregación, mejorar la cohesión y favorecer la movilidad de las fibras.

(ACI 544.3R-08., 2008), los tamaños de agregado que son mayores a 20mm no son recomendados, aunque en ciertos estudios se ha llegado a usar agregados de hasta 38 mm con resultados satisfactorios. Se sugiere que el tamaño máximo de agregado no supere:

- 2/3 del tamaño máximo de la fibra.
- 1/5 de la longitud menor del elemento.
- 3/4 de la distancia libre entre las barras de armado.

La proporción agregado grueso/ fino (Ag/Af), suele reducirse en un concreto tradicional con las mismas necesidad de resistencia, ya que un mayor volumen del mortero ayuda a movilidad de las fibras. Se debe usar una proporción Ag/Af que sea óptima y mejore la docilidad y resistencia deseada.

### B.1.3 Agua y Aditivos.

#### B.1.3.1 Agua.

(Abanto Castillo, 2009 pág. 21), es un elemento fundamental para la preparación del concreto, estando vinculado con la trabajabilidad, resistencia y propiedades del concreto endurecido.

El agua a usarse en la mezcla, deberá ser de procedencia confiable, la cual deberá estar limpia, sin rastros de aceites, álcalis, ácidos, materiales orgánicos, sales y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero.

Si se desconociera la procedencia del agua a emplearse en la preparación de una mezcla de concreto, será necesario realizar un estudio químico, para de esta manera realizar las comparaciones de los valores obtenidas con los máximos admisibles y de esta manera determinar las sustancias existentes en el agua a utilizar en la preparación del concreto.

**Tabla 05.** Máximos admisibles para el agua.

DESCRIPCIÓN	LIMITE PERMISIBLE (MÁXIMO)
<b>Sólidos en suspensión</b>	5,000 ppm
<b>Materia orgánica</b>	3 ppm
<b>Alcalinidad (nahco3)</b>	1,000 ppm
<b>Sulfatos (ion so4)</b>	600 ppm
<b>Cloruros (ion cl)</b>	1,000 ppm
<b>PH</b>	5 a 8

**Fuente:** NTP 339.088, 2002. CONCRETO.



### B.1.3.2 Aditivos.

(Abanto Castillo, 2009 pág. 43), Se llama así a la sustancia que se añade al concreto con el fin de conferirle alguna de sus propiedades y hacer de este una mezcla con mejores propiedades iniciales.

Entre las diferentes clases de aditivos se encuentran:

- Incorporadores de aire.
- Reductores de agua.
- Retardadores de fragua.
- Plastificantes.
- Expansivos, etc.

### B.2 Propiedades en estado fresco.

Para realizar una óptima calidad del concreto en estado fresco se deben tener las consideraciones de la norma ASTM C-172.

Se recomienda que el tiempo transcurrido entre la elaboración del concreto y la finalización del muestro no debe superar los 15min.

#### B.2.1 Consistencia.

(Rivva Lopez, 1992 pág. 73), Se llama así a la propiedad del concreto que se encuentra en estado no endurecido y que define el grado de humedad de la mezcla. De acuerdo a sus resultados, las mezclas se clasifican en:

- Mezclas secas, son aquellas cuyo asentamiento va desde cero hasta dos pulgadas (0 mm a 50 mm).
- Mezclas plásticas, son aquellas cuyo asentamiento va desde tres hasta cuatro pulgadas (75 mm a 100 mm).
- Mezclas fluidas, son aquellas cuyo asentamiento va desde cinco a más.

Existen diferentes procedimientos para encontrar la consistencia de la mezcla de concreto, aunque de todos ellos se considera el ensayo medido a través del Cono de Abrams (NTP 339.035), el cual nos da una mayor idea de las características de la mezcla. Existen diferentes factores que determinan la consistencia del concreto, de las cuales se mencionan los más principales:

- El contenido, la fineza y la composición química del cemento.
- El perfil, la textura superficial, el revenimiento superficial, la porosidad, la absorción y la granulometría de los agregados finos y gruesos.
- La presencia de aditivos incorporadores de aire, acelerantes y aditivos reductores de agua.
- Las proporciones de la mezcla
- La temperatura y la humedad relativa ambiente.
- El tiempo de traslado de la mezcla desde el lugar de preparación hasta el lugar de colocación.

Si no se indica el asentamiento en las especificaciones de la mezcla se seleccionara el valor más aproximado. A la siguiente tabla, la cual es propiedad del comité 211 del ACI.

**Tabla 06.** Asentamientos máximos y mínimos según elemento a vaciar.

Tipo De Estructura	Slump Máximo	Slump Mínimo
<b>Zapatas y muros de cimentación reforzados</b>	3"	1"
<b>Cimentación simples y calzadas</b>	3"	1"
<b>Vigas de muros armados</b>	4"	1"
<b>Columnas</b>	4"	2"
<b>Lozas y pavimentos</b>	3"	1"
<b>Concreto ciclópeo</b>	2"	1"
<b>El slump puede incrementarse cuando se usa aditivos siempre que no se modifique la relación a/c ni exista segregación o exudación</b>		
<b>El slump puede incrementarse de 1" si no se usa vibrador al compactar</b>		

**Fuente:** Comité 211 ACI.



**Figura 08.** Asentamiento sin fibra de Acero.

**Fuente:** propia.



**Figura 09.** Asentamiento con fibra de Acero.

**Fuente:** propia.

### B.2.2 Segregación.

(Pasquel Carbajal, 1998 pág. 139), Los diferentes valores de densidad de los componentes del concreto generan una tendencia natural, la cual indica que las partículas más pesadas descendan, pero en general, se tiene que la densidad de la pasta con la inclusión de los agregados finos es solo del 20% menor que la de los agregados gruesos, con lo cual sumado a su viscosidad genera que el agregado grueso quede suspendido e inmerso en la matriz.

### B.2.3 Exudación.

(Pasquel Carbajal, 1998 pág. 141), es la propiedad que nos indica que parte de la mezcla se separa de la masa y sube hacia la parte superior del concreto.

La exudación se genera naturalmente en el concreto, pues es una propiedad innata a su estructura, luego lo primordial es evaluar y controlar los efectos negativos que pudiera originar esta fase.

El procedimiento patrón para determinar y/o cuantificar la exudación del concreto es muy sencillo, consiste en llenar de concreto un recipiente en 3 capas

con 25 golpes en cada capa, dejándose 1 pulg. libre en la parte de arriba del molde.

Una vez llenado el molde, este empezara el fenómeno de exudación, en la cual se realizaran las lecturas de volúmenes parciales de agua exudada cada 10 min. , durante los primeros 40 min. y cada 30 min. hasta que la mezcla deje de exudar. (ASTM 232 – NTP 339.077).

### Propiedades en estado plástico del concreto.

(Pasquel Carbajal, 1998 pág. 238), Los principales acontecimientos que determinan los cambios volumétricos del concreto están vinculados básicamente con la evolución de la pasta del cemento y su interrelación con los otros elementos incluidos, como son el agua los aditivos, los agregados y las condiciones particulares del medio, tales como características ambientales de temperatura, humedad y viento, así como los grados de limitación a la deformación de las estructura, las peculiaridades del diseño estructural y los procesos constructivos.

Cuando la pasta de cemento se encuentra en estado plástico sufre contracciones volumétricas del orden 1% del volumen absoluto del cemento seco, dicha reducción es conocida reducción es conocida como contracción plástica. Por lo cual se debe evitar mantener la velocidad de evaporación en no más de 1 kg/cm<sup>3</sup>/h para evitar el agrietamiento.

### B.3 Características del concreto en estado endurecido.

(ACI 2008 pág. 76), para que los ensayos de resistencia sean verdaderos estos deben ser el promedio mínimo de dos probetas de 150 por 300 mm o de al menos tres probetas de 100 por 200 mm, preparadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a 28 días o a la edad establecida de ensayo para la determinación de f'c. las propiedades del concreto endurecido son:

- Elasticidad, es la característica que tiene el concreto para deformarse bajo carga, sin presentar alguna deformación permanente. Se acostumbra definirlo como Modulo de elasticidad estático del concreto. En la cual la norma ASTM C-46, establece como determinar el Módulo de elasticidad estático del concreto.
- Resistencia, es la característica que tiene el concreto para soportar cargas y esfuerzos, siendo el óptimo comportamiento el de compresión en comparación con la tensión, debido a las propiedades innatas de la pasta del cemento.  
Depende principalmente de la concentración de la pasta, que se acostumbra expresar en términos de la relación Agua/Cemento en peso.
- Extensibilidad, es la característica del concreto para deformarse sin presentar grieta alguna. Se define en función de la deformación unitaria que puede tener el concreto sin que se produzca fisuración alguna.

### B.3.1 Resistencia a la compresión.

(Pasquel Carbajal, 1998 pág. 145), se considera el parámetro de referencia más conocido tanto a nivel de diseño estructural como en tecnología del concreto, para demostrar las características y la eficacia de un concreto.

(NTP 339.034, y otros, 2008(2013), este método normalizado sirve para la demostrar el ensayo de la resistencia a la compresión del concreto, en probetas cilíndricas. Esta norma establece la determinación de la resistencia a la compresión en probetas cilíndricas y extracción de diamantinas de concreto, esta normativa se usa a concretos con pesos unitarios superiores a 800 kg/m<sup>3</sup>.



**Figura 10.** Prensa hidráulica para ensayo a la compresión.  
**Fuente:** propia.

Los resultados de la resistencia a la compresión se obtienen de calcular la carga de ruptura dividida entre el área de sección que resiste a la carga y se manifiesta en unidades libra-fuerza por pulgada cuadrada (psi) en unidades corrientes utilizadas en EEUU o en Mpa en unidades S.I.

La resistencia a la compresión se calcula así:

$$RC = \frac{P \text{ (carga)}}{A \text{ (área de una cara del cilindro)}}$$

Dónde: P = Carga máxima aplicada en kg.

A = Área de la sección transversal en cm<sup>2</sup>.

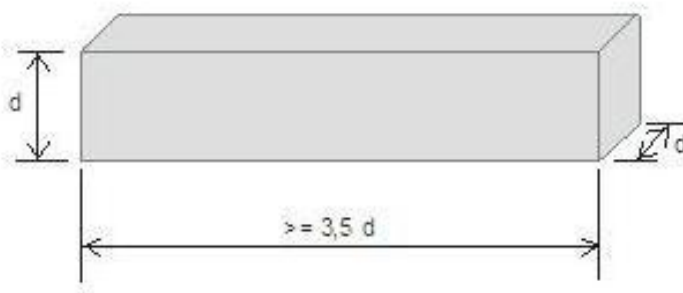
RC = Resistencia a la compresión del cilindro en kg/cm<sup>2</sup>, con aproximación a 1 kg/cm<sup>2</sup>. 10 kg/cm<sup>2</sup> ≈ 1 Mpa.

La resistencia a la compresión del concreto se debe determinar como el promedio de al menos dos cilindros probados al mismo tiempo.

### B.3.2 Resistencia a la flexión.

(NTP 339.078, y otros, 2012), esta norma presenta el proceso para calcular la resistencia a la flexión de vigas simplemente apoyadas a los tercios de luz.

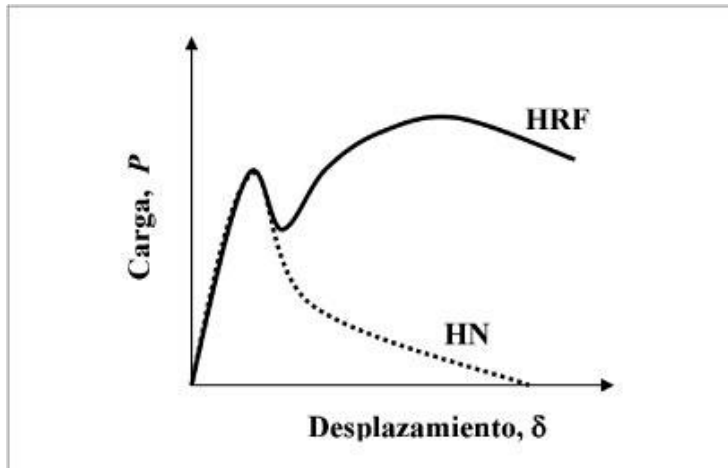
Se manifiesta como la medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor.



**Figura 11.** Probeta prismática tipo viga.  
**Fuente:** Maccaferri, 2007).

La resistencia a la flexión se representa como el Módulo de Rotura (MR) en libras por pulgada cuadrada (MPa).y es obtenida mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio).

El Módulo de Rotura esta denotado por el 10% a 20% de la resistencia a compresión, en consecuencia con el tipo, dimensiones y volumen del agregado grueso utilizado, sin embargo, la mejor semejanza es obtenida mediante ensayos de laboratorio para los materiales dados y el diseño de la mezcla. El valor del Módulo de Rotura es obtenido en la viga, la cual es cargada en los puntos tercios.



**Figura 12.** Grafica Carga – Desplazamiento.  
**Fuente:** Maccaferri, 2007)



**Figura 13.** Prensa universal para ensayo a la flexión.  
**Fuente:** Maccaferri, 2007)



### B.3.3 Resistencia a la tracción.

(NTP 339.084, y otros, 2012), En esta norma se establecen los procedimientos para la obtención de la resistencia a la tensión por compresión diametral de especímenes cilíndricos de concreto, tales como probetas o extractos de diamantinos.

En este ensayo se somete a compresión diametral una probeta cilíndrica, igual a la definida en el ensayo Marshall, en la cual se aplican cargas de manera progresiva a lo largo de dos líneas o generatrices contrarias, hasta llegar a la rotura de la

Se utilizan unas platinas de apoyo curvo, con curvatura de radio igual al radio nominal de la probeta, para que el reparto de las tensiones no se altere significativamente y para que los resultados del módulo de elasticidad y la relación de Poisson se faciliten teniendo la medida del ancho de la carga constante, en lugar de un ancho de carga variable durante la práctica de este ensayo, que ocurriría con una placa de carga plana.

Al concreto se le considera un elemento no apto para trabajar a tracción, he aquí el motivo de incorporar acero a este concreto para que adquiera una resistencia mayor.

Para esta prueba se aplica una carga en forma seguida, evitando impactos y aplicando una velocidad uniforme comprendida entre 0.3 a 0.7 kg/cm<sup>2</sup> por segundo hasta obtener la rotura de la probeta entre (12.7 a 29.7 tn/min).



**Figura 14.** Prensa hidráulica para ensayo a la compresión.  
**Fuente:** propia

## Marco Conceptual.

- Fibras de acero; son fabricadas de alambres de acero trefiladas en frío, la cual asegura una alta resistencia a la tracción y pequeñas tolerancias. MACCAFERRI, Manual Técnico “Fibra como refuerzo estructural para el refuerzo del hormigón”. Brasil, 2007. pág. 20.
- Tensión; es la fuerza en la que un elemento es estirado en sus extremos, el acero tiene la característica de soportar grandes fuerzas de este tipo, en cambio el concreto no resiste este tipo de fuerzas. CARRILLO Julián y SILVA Diego. “Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzado con fibras de acero”, México 2015. pág. 11.
- Consistencia; es la cualidad que tiene el concreto para demostrar su trabajabilidad, mientras más consistente, más fácil es su colocación en el elemento. GONZALES Cuevas, Oscar. FERNANDEZ Villegas, Francisco. “Aspectos fundamentales del concreto reforzado”. 4ta edición. México. Editorial Limusa. 2005. pág. 80.
- Curado; proceso a través del cual se aplica diferentes métodos de hidratación al concreto en estado endurecido y a una temperatura favorable, por un periodo de tiempo razonable según sea el caso, para que mediante este proceso garantice la hidratación y el endurecimiento satisfactorio de materiales cementantes. KOMATHA, Steven [et al]. Diseño y control de mezclas de concreto. pág. 400.
- Cangrejeras; son huecos o surcos de mediana escala en la estructura del elemento, se origina cuando el concreto se coloca demasiado seco, también se origina por el excesivo tamaño del agregado grueso, el mal uso de la vibradora. La presencia de este tipo de falencias en el concreto pueden originar bajas resistencias a la compresión, tracción y corte de los elementos de concreto armado.

KOMATHA, Steven [et al]. Diseño y control de mezclas de concreto. 1ra edición. EEUU. Editorial PCA. 2004. pág. 150

- Fisura; se llama así a la aparición de grietas muy delgadas en la superficie del concreto, estas se originan por los esfuerzos de tensión, la cual supera a los esfuerzos del concreto, perdida excesiva de agua y malas prácticas constructivas.

McCORMAC, Jack. y BROWN, Russell. Diseño de concreto reforzado. 8va edición. México. Editorial Alfaomega. 2011. pág. 180.

- Agrietamientos; son aberturas producen por contracción y expansión del concreto en estado plástico, el cual no tuvo un tratamiento adecuado, las cuales se origina en las superficies de los elementos las cuales sobrepasan un espesor de 3 milímetros.

NILSON, Arthur y DARWIN, David. Diseño de estructuras de concreto. 12va edición. Colombia. Editorial Quebecor World Bogota S.A. 2011. pág. 100.

- Asentamiento; es la propiedad de la consistencia, la cual se usa para determinar su trabajabilidad en el concreto.

KOMATHA, Steven [et al]. Diseño y control de mezclas de concreto. 1ra edición. EEUU. Editorial PCA. 2004. pág. 120.

- Ensayo de compresión; se usa para determinar la resistencia del en forma vertical. Se mide por kg/cm<sup>2</sup>.

Dirección nacional de caminos y ferrocarriles, Manual de carreteras, sección de pavimentos. Ministerio de transportes y comunicaciones. 2013. pág. 60.

- Ensayo de flexión; se usa para determinar resistencia de las losas y vigas su ensayo determina el módulo de rotura que tiene el concreto,

CERVERA Ruiz, Miguel y BLANCO Díaz, Elena. Resistencia de materiales. 1ra edición, España. Editorial de la Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona. 2003. pág. 70.

#### 1.4. Formulación del problema.

##### 1.4.1. Problema general

- ¿De qué manera influye la adición de fibras de acero Wirand® FF1, en las características del concreto f'c 28 Mpa en el distrito de Lima, 2017. ?

##### 1.4.2. Problema específico

- ¿De qué manera la adición de fibras de acero Wirand® FF1 al concreto, altera la composición y las características del concreto f'c 280 Mpa en el distrito de Lima, 2017. ?
- ¿De qué forma la adición de fibras de acero Wirand® FF1 al concreto, influye las características físicas del concreto f'c 280 Mpa en el distrito de Lima, 2017. ?
- ¿En qué medida la adición de fibras de acero Wirand® FF1 al concreto, influye en las características mecánicas del f'c 280 Mpa en el distrito de Lima, 2017. ?

#### 1.5. Justificación del estudio.

Las gran variedad de construcciones que se viene desarrollando en la actualidad hacen que cada día se desarrollen mejoras en la resistencia del concreto, y por ello se reduzcan las fallas que se vienen suscitando en los elementos construidos, por tal razón se busca minimizar las fallas que se originan ya sea por el mal proceso constructivo y por la carencias de conocimientos de ciertos productos que favorecen al concreto, es por ello que las fibras de acero son la solución real de mejorar estas fallas, ya sea brindando mejor resistencia a la compresión, flexión, tracción, aparte de ello estas fibras dan mejorías en la resistencia la impacto, mejorando la propagación de fisuras en los elementos construidos, ya sean en estado plástico y endurecido. Es por ello que diferentes investigaciones relacionadas a la aplicación de concreto reforzado con fibras metálicas y sus propiedades mecánicas imperan en mejorar el concreto fibroso y a su vez optimizar en los diseños de dichas mezcla.

Las fibras de acero Wirand® FF1, se analizan en el elemento para proporcionar una alternativa diferente y así de esta manera mejorar las propiedades mecánicas del concreto, cambiando totalmente los métodos convencionales.

Ciertos proyectos de gran envergadura tienen la necesidad de realizar mejoras en las características físicas y mecánicas en el concreto en sus diferentes solicitaciones, y de esta manera evitar las fallas, optimizando costo y tiempo, que son el talón de Aquiles de las construcciones actuales.

Por tal motivo el presente proyecto de investigación se direcciona para observar las deficiencias actuales en el concreto y su proceso y de esta manera dar un soporte a las futuras construcciones

#### 1.5.1 Teórica.

Se concluye que Borja nos da un panorama amplio de esta justificación, ya que se valoran los libros, tesis, documentales, estudios los cuales nos sirvieron como base para esta investigación.

#### 1.5.2. Práctica.

El propósito de esta justificación es dar a conocer a otros investigadores sobre el uso de esta fibra, la cual servirá como base para la realización de nuevos estudios, por tal razón los resultados adquiridos servirán para que las empresas y personas dedicadas a este tipo de trabajos tengan un soporte técnico y comprobado los cuales serán publicados en los diferentes folletos, documentales y/o manuales sobre el uso beneficioso de este material.

#### 1.5.3. Metodológica.

En esta investigación se analizaron los certificados granulométricos, ensayos de resistencia, a través de instrumentos los cuales sirvieron de mucha ayuda para la realización de esta investigación. Estos instrumentos usados sirvieron para la recolección de datos, resumen de los ensayos por esta razón se recomiendan estos a personas vinculadas a la investigación.

#### 1.5.4. Económica.

Con la publicación de esta material se pretende dar a conocer los beneficios que originan el uso de estas fibras en el concreto, presentando mejoras su calidad, optimizando tiempo y reduciendo costos de construcción.

#### 1.5.5. Social.

La publicación de esta tesis será de gran aporte para los nuevos investigadores ya que en él se detallan los procedimientos y alcances obtenidos con este material, el cual servirá para mejorar las condiciones de vida ya que mejoraran estructuralmente las estructuras construidas y por otro lado se optimizara los trabajos dando origen a mejor calidad de empleo.

#### 1.5.6. Técnica.

Esta investigación aporta y/o confirma los conceptos adquiridos, es por ello que los resultados de los ensayos de las probetas, en comparación con el concreto patrón y el adicionado con fibras de acero. De igual manera se plantea este estudio como el inicio de las nuevas investigaciones, para que de esta manera se vayan perfeccionado con el pasar del tiempo.

## 1.6. Hipótesis

### 1.6.1. Hipótesis general.

- La adición de fibras de acero Wirand® FF1, influirá en las características del concreto f'c 28 Mpa en el distrito de Lima, 2017.

### 1.6.2. Hipótesis específica.

- La adición de fibras de acero Wirand® FF1 al concreto, altera la composición y las características del concreto f'c 280 Mpa en el distrito de Lima, 2017.
- La adición de fibras de acero Wirand® FF1 al concreto, influye en las características físicas del concreto f'c 280 Mpa en el distrito de Lima, 2017.
- La adición de fibras de acero Wirand® FF1 al concreto, influye en las características mecánicas del f'c 280 Mpa en el distrito de Lima, 2017.

## 1.7. Objetivos.

### 1.7.1. Objetivo general.

- Determinar de qué manera influye la adición de fibras de acero Wirand® FF1, en las características del concreto f'c 28 Mpa en el distrito de Lima, 2017.

### 1.7.2. Objetivo específico.

- Determinar de qué manera la adición de fibras de acero Wirand® FF1 al concreto, altera la composición y las características del concreto f'c 28 Mpa en el distrito de Lima, 2017.
- Evaluar de que forma la adición de fibras de acero Wirand® FF1 al concreto, influye en las características físicas del concreto f'c 28 Mpa en el distrito de Lima, 2017.
- Demostrar en qué medida la adición de fibras de acero Wirand® FF1 al concreto, influye en las características mecánicas del f'c 28 Mpa en el distrito de Lima, 2017.



## II. MÉTODO

## 2.1. Diseño de investigación

### 2.1.1 Método.

(Hernández Sampieri, y otros, 2014. pág. 130), En caso se usó el método experimental, ya que la manipulación de las variables (independientes) por parte del investigador se realiza de forma intencional con el fin de experimentar las consecuencias de esta manipulación con la otra variable (dependiente), la cual tendrá la relación de causa efecto.

Se realizaron los ensayos de especímenes en laboratorio, elaborando probetas cilíndricas y prismáticas (tipo viga) con y sin inclusión de fibras de acero Wirand® FF1.

(Hernández Sampieri, y otros, 2014. pág. 151), El nivel de diseño de investigación utilizado es Cuasi experimental, los objetos de estudio no se asignan al azar ni se agrupan unos de otros, por lo contrario dichos objetos de estudio ya están conformados antes del experimento.

### 2.1.2 Tipo de estudio.

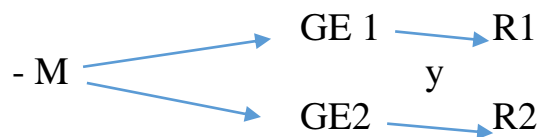
(Borja Suarez, 2012. pág. 10), Es de tipo aplicada, ya que su búsqueda se basa en construir, actuar, modificar y conocer la realidad problemática actual y está más orientado en buscar el método inmediato para la solución del problema antes que el desarrollo del conocimiento universal. Porque mediante esta investigación se pretende dar soluciones prácticas, útiles, de fácil aplicación y sobre todo que den mejorías a la resistencia a la flexión, el cuales es uno de los principales problemas de la realidad.

### 2.1.3. Nivel de estudio.

(Hernández Sampieri, y otros, 2014. pág. 94), Es explicativo, porque su proyección principal es la descripción de conceptos o fenómenos, generando relaciones entre los diferentes conceptos; es decir, están orientados en responder por las consecuencias de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su objetivo es explicar por qué ocurre el fenómeno y en qué aspectos se manifiesta y por qué se relacionan dos o más variables.

### 2.1.4 Diseño de investigación

Es experimental, ya que se manipuló a un grupo de variables de estudio, para controlar las diferencias del comportamiento de estas variables. Planteado de otra forma, el experimento se trata en hacer una variación en el valor de una variable (variable independiente) y analizar su efecto en la otra variable (variable dependiente). Estos cambios experimentales se desarrollaran con situaciones extremadamente controladas, con el fin de explicar y describir por qué modo o causa se produce esta situación o acontecimiento particular.



M: Muestra

GE 1: Grupo de estudio de las variables

R 1: Resultados

### 2.1.5. Enfoque de investigación

(Hernández Sampieri, y otros, 2014. pág. 4), Es Cuantitativa, porque se basa en la recopilación de datos para comprobar una hipótesis con origen en una medición numérica y análisis estadístico, con el fin de generar pautas de comportamiento y demostrar las teorías estudiadas.

## 2.2. Variables y operacionalización

### 2.2.1. Variables

Variable independiente:      Fibras de acero.

Variable dependiente:      Características físicas y mecánicas del concreto.

## 2.2.2. Matriz de operacionalización.

Matriz de Operacionalización								
"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO WIRAND® FF-1, EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 28 Mpa, EN EL DISTRITO DE LIMA, 2017"								
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS			
FIBRAS DE ACERO	<p>La fibra es un producto de acero caracterizado geoméricamente por una dimensión predominante respecto a las demás, con superficie pareja o trabajada, empleada como refuerzo en el conglomerado del hormigón, de forma rectilínea o doblada, para poder ser dispersada de forma homogénea en la masa, manteniendo inalterada las características geométricas (UNI 11037). La fibra está caracterizada geoméricamente por la longitud L, por la forma y por el diámetro equivalente D<sub>q</sub>.</p> <p>De la relación entre longitud y el diámetro equivalente. Se obtiene la relación de aspecto, <math>\lambda=L/D</math> forma y por el diámetro equivalente D<sub>q</sub>.</p> <p>Macaferri . Fibras como elemento estructural para el refuerzo del hormigón. 2007</p>	<p>El concreto con fibras metálicas se evalúa tomando en cuenta la clases, los tipos y características de las fibras; los cuales se medirán mediante sus clases y tipos, para lo cual se aplicarán fichas técnicas, equipos mecánicos de medición de resistencia, reportes de laboratorio y hojas de cálculo.</p>	CLASIFICACIÓN	<p>FUNCIÓN DEL MATERIAL BASE</p> <p>FORMA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL</p> <p>RELACIÓN DE ASPECTO</p>	FICHA TECNICA, CHECK LIST, REPORTE DE LABORATORIO			
			TIPOS	<p>TIPO I</p> <p>TIPO II</p> <p>TIPO III y TIPO IV</p>	FICHA TECNICA, CHECK LIST, REPORTE DE LABORATORIO			
			CARACTERÍSTICAS	<p>GEOMÉTRICAS</p> <p>FÍSICAS</p> <p>MECÁNICAS</p>	FICHA TECNICA, CHECK LIST, REPORTE DE LABORATORIO			
			COMONENTES DEL CONCRETO	<p>Las propiedades mecánicas del concreto se evaluarán tomando en cuenta el estado fresco, estado plástico y estado endurecido del concreto; los cuales se medirán tomando en cuenta las propiedades y características para los cuales se aplicarán fichas técnicas, equipos mecánicos de medición de resistencia, reportes de laboratorio y hojas de cálculo.</p>	ESTADO FRESCO	CEMENTO	FICHA TECNICA, REPORTE DE LABORATORIO, CHECK LIST	
						AGREGADO	AGUA Y ADITIVOS	FICHA TECNICA, REPORTE DE LABORATORIO, CHECK LIST
						CONSISTECIA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	FICHA TECNICA, MAQUINA PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA, REPORTE DE LABORATORIO
						SEGREGACIÓN	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	FICHA TECNICA, MAQUINA PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA, REPORTE DE LABORATORIO
						EXUDACIÓN	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	FICHA TECNICA, MAQUINA PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA, REPORTE DE LABORATORIO
						ESTADO ENDURECIDO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	FICHA TECNICA, MAQUINA PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA, REPORTE DE LABORATORIO
						ESTADO ENDURECIDO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	FICHA TECNICA, MAQUINA PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA, REPORTE DE LABORATORIO
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO	<p>El concreto es un aglomerante de agregados, que están consituídos por el cemento, agua, agregados y vacíos de aire. Por otro lado se deduce que la estructura del concreto no es homogénea, y en consecuencia no es isotrópica, es decir no mantiene las mismas propiedades en diferentes direcciones. Esto se debe principalmente a los diferentes materiales que intervienen, su variabilidad individual así como el proceso mismo de elaboración que durante esta etapa la pasta es plástica, se posibilita el acomodo aleatorio de los diferentes componentes hasta su ubicación definitiva al endurecer.</p> <p>Un aspecto sumamente importante en la estructura del concreto endurecido reside en la porosidad o vacíos, donde gran parte del agua que interviene en la mezcla solo cumple la función de lubricante en el estado plástico, de manera que al producirse el endurecimiento y evaporación quedan vacíos o poros que condicionan el comportamiento posterior del concreto.</p> <p>Pasquel Carbajal, Enrique. Tópicos de tecnología del concreto en el Perú. Perú 1998.</p>	ESTADO FRESCO	CEMENTO	FICHA TECNICA, REPORTE DE LABORATORIO, CHECK LIST				
			AGREGADO	AGUA Y ADITIVOS	FICHA TECNICA, REPORTE DE LABORATORIO, CHECK LIST			

Fuente : Elaboración Propia.

## 2.3. Población, muestra y muestreo.

### 2.3.1. Población.

(Borja Suarez, 2012. pág. 30), desde el punto de vista estadístico, se califica población al conjunto de sujetos que serán motivo de estudio.

En la presente investigación la población está constituida por el estudio de la adición de fibras de acero al concreto. El cual está conformada por diferentes comportamientos mecánicos y los cuales a su vez están clasificados en:

- a) Estado Fresco.
- b) Estado Plástico.
- c) Estado endurecido.

### 2.3.2. Muestra.

(Monje Alvarez, 2011. pág. 123), está conformada por un conjunto de objetos y sujetos provenientes de una población, es decir es un subgrupo de la población, cuando está definida como un conjunto de elementos que tienen como misión cumplir con determinadas especificaciones.

En nuestra investigación se tomó como muestra las 36 probetas cilíndricas y 24 probetas prismáticas. Las cuales fueron fabricadas para ensayar y determinar las características mecánicas del concreto endurecido.

Según ACI 2008, PAG.76, indica que el ensayo de la resistencia debe ser el promedio al menos dos probetas de 150 por 300 mm o de al menos tres probetas de 100 por 200 mm preparadas de la misma muestra del concreto y ensayadas a 28 días.

### 2.3.3. Muestreo.

(Monje Alvarez, 2011. pág. 125), se pueden clasificar como probabilísticas y no probabilísticas, por juicio o conteo, el cual está sujeto a los diferentes tipos de investigación, contribución y objetivos del estudio que se piensa realizar en dicho investigación.

En este caso es de tipo no probabilístico ya que la elección se realiza de forma intencional y por ciertas características definidas por el investigador.

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

### 2.4.1 Técnicas de recolección de datos.

(Monje Alvarez, 2011. pág. 133), Este proceso se lleva a cabo mediante la utilización de métodos e instrumentos, los cuales se escogerán según la información que se pretende demostrar (cuantitativa o cualitativa), el método depende de los objetivos o métodos de estudio.

La técnica utilizada fue la observación directa, análisis de documentos, ensayos de probetas cilíndricas y vigas con y sin inclusión de fibras de acero.

- Toma de muestras de agregados.
- Peso unitario de los agregados
- Peso específico y absorción del agregado grueso).
- Peso específico y absorción del agregado fino
- Porcentaje de vacíos.
- Contenido de humedad, absorción efectiva y humedad superficial.
- Análisis de granulometría del agregado grueso
- Análisis de granulometría del agregado fino
- Diseño de mezclas usando el método del comité 211 del ACI.
- Ensayos del concreto fresco.
- Ensayos del concreto plástico.
- Ensayos del concreto endurecido.
- Ensayo de resistencia a la compresión axial ASTM C39.

- Ensayo de resistencia a la flexión o módulo de rotura ASTM C78.
- Ensayo de resistencia a la tensión o tracción ASTM C 496.

#### 2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Para realizar la realización de esta investigación se utilizó fichas normadas por las diferentes instituciones, las cuales se mencionan:

- Ficha técnica de granulometría.
- Ficha técnica de los ensayo de rotura de las probetas cilíndricas.
- Ficha técnica de reportes de ensayo de probetas prismáticas de las vigas. (Máquina de ensayo a flexión (transformador diferencial de variación lineal "LVDT").
- Aparatos mecánicos para los ensayos de rotura de los especímenes.

A su vez el investigador elaboro otros documentos los cuales sirvieron para recolectar los datos de las fichas técnicas y datos de verificación en campo, los cuales son:

- Ficha de check list, para control de fabricación de especímenes.
- Ficha de check list para control de ensayos de los especímenes.
- Ficha de proyección de actividades.

#### 2.4.3 Procedimientos de recolección de datos.

(Monje Alvarez, 2011. pág. 133), Se realizó a través de métodos e instrumentos, los cuales se seleccionaron según la información cualitativa o cuantitativa, y los cuales se clasificaron de forma directa e indirecta como los cuestionarios y formatos.

La recolección de datos de la investigación se realizó en forma directa, la primera etapa a través del muestro para luego llevarlos al laboratorio y la segunda etapa a partir de los diseños y ensayos anotándolos en los formatos respectivos de acuerdo a los procedimientos técnicos y



normativos establecidos y en función al cronograma establecido del proyecto de tesis; así como las fechas de obtención de las probetas cilíndricas y prismáticas.

#### 2.4.4 Validez.

(Mejía Mejía, 2005. pág. 23), se basa pretender medir lo que las pruebas midan, por lo que las pruebas deberán realizar la medición de las características específicas de las variables. Sin embargo se añaden ciertas las pruebas para que posean validez de tipo universal.

(Mejía Mejía, 2005. pág. 24), menciona la “validez del contenido se verifica mediante el juicio de expertos”. Para este fin de presenta la tabla:

**Tabla 08.** Rangos y Magnitud de validez

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

**Fuente:** Reproducido por Ruiz Bolívar, 2005.

Se construyeron unas fichas de validez, a los cuales especialistas en esta materia revisaron y dieron conformidad de estos, y los cuales serán usados en el desarrollo de este proyecto de investigación.

#### 2.4.5 Confiabilidad.

(Mejía Mejía, 2005. pág. 27), el “termino confiabilidad tiene origen de la palabra fiable, y esta a su vez de fe. La confiabilidad es un proceso para establecer cuan fiable, coherente, estable o consistente es el instrumento que se ha creado.”

La confiabilidad de un proceso de medición que permite obtener similares resultados en tiempos diferentes y a las mismas personas. Para determinar la confiabilidad de un ensayo, por lo general, se contrastan dos versiones del mismo ensayo. Por las condiciones en la investigación, se realizará la confiabilidad del instrumento, ficha de observación, ya que esta ficha es única para este proyecto y cabe mencionar que los resultados de las evaluaciones funcionales del concreto son temporales y únicos.

**Tabla 09.** Rango y Confiabilidad para el instrumento

Rango	Confiabilidad (Dimencion)
0.81 a 1	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Media *
0.21 a 0.40	Baja *
0.01 a 0.20	Muy Baja *

**Fuente:** Reproducido de Palella Stracuzzi & Martins Pestana, 2012.

## 2.5 Métodos de análisis de datos.

En el capítulo siguiente se desarrollaran los ensayos de laboratorio para generar el análisis comparativo de las características físicas y mecánicas de un mismo patrón de concreto  $f'c$  28 Mpa, adicionándole tres proporciones de fibra de acero Wirand FF1.

Para la realización de esta tesis se buscaron materiales para la investigación, principalmente los agregados que cumplan con especificaciones técnicas, ya que son obtenidos rudimentariamente. Para tal fin estudiamos el agregado fino se obtuvo de la cantera El olivar, ubicado en el km 24.5 de autopista Trapiche-Canta y el agregado grueso de la cantera de Unicon, ubicado en el km 31.5 de la autopista Trapiche-canta, se utilizó cemento Andino tipo 1, agua potable y fibras de acero Wirand FF1. Se evaluó la humedad de los agregados, el peso específico de masa, el peso unitario suelto y compactado del concreto, la absorción, porcentaje de finos que pasan la malla N° 200 y la

granulometría. Todos los ensayos realizados para el estudio de los agregados fueron elaborados en el Laboratorio de mecánica de suelos y concreto de la facultad de Ingeniería Civil de la UNFV.

Finalmente con los ensayos de los agregados se procedió al diseñar la mezcla del concreto que se usó en la tesis, realizándose cuatro diseños de mezclas (Relación agua/cemento: 0.45), para un asentamiento de tres pulgadas, después de obtener los resultados. Verificamos el asentamiento y el peso unitario del concreto en el laboratorio de la facultad, logrando finalmente el concreto deseado para la investigación.

Después de tener al concreto requerido estudiaremos la influencia la "adición de fibras de acero", que se variará en tres dosificaciones: 20, 25, 35kg por cada metro cúbico de concreto, aplicando esta variable a la muestra apareada del patrón de las fibras de acero. Las características del concreto que evaluamos fueron en los estados: Fresco y endurecido.

En el estado fresco se evaluó las siguientes propiedades:

- Consistencia
- Peso unitario
- Temperatura
- Exudación

En el estado endurecido la elaboración de los testigos se realizó en el laboratorio de la universidad y los cuales fueron curados en una poza con agua potable. Los testigos de concreto para el ensayo de compresión se evaluaron a los 7, 14 y 28 días y para tracción y flexión se evaluaron los 28 días.

Para medir estas propiedades se requirió de equipos tales como la prensa hidráulica para evaluar la resistencia a la compresión y tracción y de la máquina universal para evaluar la resistencia a la flexión.

Evaluándose las siguientes propiedades:

- Resistencia a la tracción por compresión diametral.
- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a la flexión.

## 2.6 Aspectos éticos

El investigador es el autor de los ensayos realizados, en el cual se tuvo el compromiso de respetar los derechos de autoría de tesis, ensayos, artículos, etc de otras investigaciones. Asimismo se respeta la confiabilidad de los datos que hayan sido proporcionados por empresas de este medio.

### III. RESULTADOS

### 3.1 Descripción de la zona de estudio.

La presente investigación tuvo origen en la ciudad de Lima, y los ensayos se realizaron en los laboratorios de la UNFV del distrito de Magdalena, provincia de Lima y departamento de Lima.

Para elaborar el diseño de mezclas para el concreto, se examinó las características y propiedades de los agregados extraídos por la cantera antes mencionada.

### 3.2 Recopilación de información

#### 3.2.1 Trabajos de campo.

El trabajo de campo realizados fue la recolección de los agregados, en los cuales el agregado fino de la cantera El Olivar ubicado en el km 24.5 de la carretera Trapiche-Canta y el agregado grueso de la cantera Unicon ubicado en el km 31.5 de la carretera Trapiche-Canta.

#### 3.2.2 Ensayos de laboratorio.

En el laboratorio de dicha universidad se realizaron los siguientes ensayos:

- Ensayo granulométrico de los agregados, malla 200.
- Ensayo de resistencia a la tracción.
- Ensayo de resistencia a la flexión.
- Ensayo de resistencia a la compresión.

### 3.3 Procesado de la información recopilada.

Para la realización de esta investigación se ensayaron probetas cilíndricas y prismáticas, para luego verificar su resistencia a la flexión, tracción y flexión.

Los resultados obtenidos de resistencia a la compresión, tracción diametral y flexión, son el producto de la investigación científica e experimental que se realizó en gabinete y laboratorio.

Por otro lado se realizaron vistas a diferentes universidades como la UNI, PUCP y UNFV, en las cuales se conversó con personal técnico y especialista del área de laboratorio y se solicitó información física y digital sobre los estudios realizados del concreto con fibras de acero.

La información recopilada se revisó y se cuestionó los resultados y conceptos de este concreto fibroreforzado.

En las cuales se corroboraron las definiciones anteriores sobre este material y se lograron obtener nuevos resultados y/o conceptos, sobre el estudio de este material fibroreforzado.

La información experimental por parte del tesista fue de mucha ayuda ya que se logró corroborar dichos resultados en forma real y precisa tras los ensayos realizados a la compresión, tracción y flexión.

### 3.3.1 Cemento portland – tipo 1.

Para esta investigación, se decidió utilizar el cemento Portland tipo 1 Andino, ya que es el que generalmente se utiliza en nuestro medio. La empresa que lo fabrica y distribuye es la empresa CEMENTOS ANDINO S.A.

**Tabla 10.** Características del cemento andino tipo 1.

<b>Cemento Portlant Andino Tipo I</b>	
Peso especifico (g/cm <sup>3</sup> )	3.12
Fineza malla 100%	0.34
Fineza malla 200%	5.66
Superfice especifica Baine (cm <sup>2</sup> /g)	3300
Contenido de aire (%)	6.5
Expansión en autoclave (%)	0.02
Fraguado inicial (Vicat)	2h 50 min
Fraguado final (Vicat)	3h 45 min
f'c a 3 días (kg/cm <sup>2</sup> )	204
f'c a 7 días (kg/cm <sup>2</sup> )	2089
f'c a 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	392
Calor de hidratación a 7 días (cal/g)	64.93

**Fuente:** Asocem 2010.

### 3.3.2 Agua.

El agua utilizada fue agua potable tomada de las instalaciones de la Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima.

### 3.3.3 Agregados.

Los agregados grueso y finos usados provienen la cantera de Unicon, ubicado en el km 31.5 de la autopista Trapiche-canta y de la cantera El olivar, ubicado en el km 24.5 de autopista Trapiche-Canta, en este ensayo se usó agregado grueso de 3/4”.

Para realizar el análisis de las características físicas de los agregados nos basamos en la NTP 400.012.2001.

- A) Se procedió a la extracción de los agregados de dichas canteras, los cuales fueron almacenados en el almacén de la UNFV, luego para realizar los ensayos respectivos a los materiales se extrajeron muestras aleatorias.
- B) Para verificar las características de los materiales se usó el método del cuarteo.



**Figura15.** Muestras de agregado grueso  
**Fuente:** Propia.



**Figura 16.** Muestra de agregado fino  
**Fuente:** Propia.



- C) Para obtener el contenido de humedad de los agregados se siguió las indicaciones de NTP 339.185:2002
- D) El contenido de aire tiene cierta dependencia de las propiedades físicas de los agregados, de las proporciones en que se han combinado, del método de compactación y los componentes de la mezcla. Esta prueba se realiza bajo la norma ASTM C 231, la cual se basa en la medición del cambio de volumen del concreto sometido a presión; Generalmente el aire ocupado por la mezcla varía de 1% al 3% del volumen de la mezcla, salvo que este material este expuesto cambios bruscos de temperatura, por lo que necesitara aire mediante usos artificiales (aditivos), por lo tanto su volumen de aire en la mezcla subiría.
- E) Para este tipo de análisis se usó la norma técnica peruana NTP 400.012.2001.

**Tabla 11.** Normativa del tamaño de los agregados.

<b>Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas de mm (pulg)</b>	<b>Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg (lb)</b>
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (1/2)	2 (4)
19.0 (3/4)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.5 (1 1/2)	15 (33)
50.0 (2)	20 (44)
63.0 (2 1/2)	35 (77)
75.0 (3)	60 (130)
90.0 (3 1/2)	100 (220)
100.0 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

**Fuente:** NTP 400.012.2001

## AGREGADO GRUESO.

Pesos retenidos y porcentaje que pasa por la muestra de agregado grueso.

**Tabla 12.** Resultados de granulometría del agregado grueso.

<b>Tamices</b>	<b>Peso retenido</b>	<b>% que pasa</b>
3/4	333.3	95.2
1/2	2024.9	66.4
3/8	2134.6	35.9
N° 4	2395.5	1.8
N° 8	88.2	0.5
Fondo	34.5	0.0
<b>Total</b>	<b>7011.0</b>	

Fuente: Propia.

El módulo de fineza calculado de la muestra de agregado grueso es 6.67 y el tamaño máximo nominal es 3/4”

Se usó la NTP 400.021.2002, para determinar el peso específico y absorción de agregado.

**Tabla 13.** Pesos de las muestras ensayadas.

<b>Tamaño Máximo Nominal mm (pulg)</b>	<b>Peso mínimo de la muestra de ensayo kg (lb)</b>
12.5 (1/2") o menos	2 (4.4)
19.0 (3/4)	3 (6.6)
25.0 (1)	4 (8.8)
37.5 (1 1/2)	5 (11)
50.0 (2)	8 (18)
63.0 (2 1/2)	12 (26)
75.0 (3)	18 (40)
90.0 (3 1/2)	25 (55)
100.0 (4)	40 (88)
112 (4 1/2)	50 (110)
125 (5)	75 (165)
150 (6)	125 (276)

**Fuente:** NTP 400.021.2002

Después de observar los ensayos realizados bajo la NTP 400.021:2002, se calculó el peso específico y absorción del agregado grueso.

**Tabla 14.** Peso específico del agregado grueso.

<b>Descripción</b>	<b>Resultados gr/cm<sup>3</sup></b>
Peso específico Bulk (Base seca)	2.754
Peso específico Bulk (Base saturada)	2.776
Peso específico aparente (Base seca)	2.815
Porcentaje de absorción	0.80%

**Fuente:** Propia.

Los resultados del contenido de humedad de los agregados que se usaron en el diseño de mezclas, fueron:

**Tabla 15.** Porcentaje de humedad del agregado grueso.

<b>Contenido de humedad (%)</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Agregado Grueso</b>
<b>Patrón</b>	<b>0.75</b>

**Fuente:** Propia.

Se usó la NTP 400.017.2011, Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (Peso unitario) y los vacíos en los agregados.

**Tabla 16.** Peso seco y compactado del agregado grueso.

<b>Agregado grueso</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Peso unitario suelto</b>	<b>Peso unitario compactado</b>
<b>Patrón</b>	<b>1426 kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1549 kg/m<sup>3</sup></b>

**Fuente:** Propia.

## AGREGADO FINO.

Pesos retenidos y porcentaje que pasa por la muestra de agregado fino.

**Tabla 17.** Resultados de granulometría del agregado fino.

Tamices	Peso retenido	% que pasa
3/8	0.00	100.0
N° 4	31.6	95.0
N° 8	140.6	72.7
N° 16	117.0	54.2
N° 30	107.5	37.2
N° 50	100.1	21.3
N° 100	74.1	9.6
Fondo	60.6	0.0
<b>Total</b>	<b>631.5</b>	

Fuente: Propia.

El módulo de fineza calculado de la muestra de agregado fino es 3.10

Después de observar los ensayos realizados bajo la NTP 400.022:2013, se calculó el peso específico y absorción del agregado fino.

**Tabla 18.** Peso específico del agregado fino.

Descripción	Resultados gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico Bulk (Base seca)	2.681
Peso específico Bulk (Base saturada)	2.711
Peso específico aparente (Base seca)	2.765
Porcentaje de absorción	1.14%

Fuente: NTP 400.017.2011.

**Tabla 19.** Peso seco y compactado del agregado fino.

Agregado fino		
Muestra	Peso unitario suelto	Peso unitario compactado
Patrón	1517 kg/m <sup>3</sup>	1796 kg/m <sup>3</sup>

**Fuente:** Propia.

## FIBRA DE ACERO.

Las fibras seleccionadas para esta investigación fueron de la empresa Maccaferri de tipo FF1.

**Tabla 20.** Características físicas y mecánicas de la fibra de acero Wirand FF1.

Código de la fibra	Material de Producción	Resistencia a la tracción (Mpa)	Dimensiones			
			L (mm)	D (mm)	Relación de aspecto (L/d)	Número de elementos por kg del material (n°/kg)
Wirand FF1	Alambre de acero bajo de contenido de carbono trefilado en frío	1100	50	1.00	50	3212

**Fuente:** Manual de Fibras Wirand Maccaferri 2007.



**Figura 17.** Presentación de las fibras de acero Wirand FF1

**Fuente:** Manual de Fibras Wirand Maccaferri 2007.

## DISEÑO DE MEZCLA DEL MATERIAL USADO:

Para realizar los diseños de mezcla se escogió el método ACI, ya que este método se caracteriza por que el concreto resulta más trabajable, característica muy importante debido a que adicionaremos fibras de acero en el concreto, que reducirá la trabajabilidad.

A continuación se detalla las características del agregado usado en el diseño de concreto.

**Tabla 21.** Resumen de los componentes de la mezcla a diseñar.

Descripción	Agregado fino	Agregado grueso	Agua potable	Cemento andino
Tamaño máximo nominal	-	3/4		
Módulo de fineza	3.10	6.67		
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.681	2.754		
Porcentaje de absorción (%)	1.14	0.80	1	3.12
Contenido de humedad (%)	1.20	0.75		
Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1796	1549		
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1517	1426		

**Fuente:** Propia.



**Figura 18.** Preparación de la mezcla del diseño con fibras de acero  
**Fuente:** Propia.



### **Diseño de mezcla (a/c = 0.45), sin de fibras de acero.**

Para este diseño de mezcla se tomaron los siguientes datos:

- Se evaluaron los resultados de los agregados.
- Se evaluó la procedencia del agua.
- Se usó el método ACI.
- Se evaluó el tipo de cemento a usar en el diseño.
- Para todas las mezclas de concreto se usara la misma relación agua/cemento.

Tras evaluar los datos mencionados y verificar los resultados de los agregados, se obtuvo el siguiente diseño dinámico en cual el slump establecido fue de 4".

- Agua/cemento = 0.45.
- Cemento = 439.0 kg/m<sup>3</sup>.
- Agua efectiva = 197.50 lt/m<sup>3</sup>.
- Agregado grueso = 790.2 kg/m<sup>3</sup>.
- Agregado fino = 965.8 kg/m<sup>3</sup>.



**Figura 19.** Mezcla de concreto del diseño patrón.  
**Fuente:** Propia.

**Diseño de mezcla (a/c = 0.45), con 20 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero.**

Para este diseño de mezclas, se usó el diseño patrón y se adiciono la cantidad de fibras de acero solicitada y se corrigieron las cantidades y/o proporciones teniendo en cuenta el volumen ocupado por las fibras, se obtuvo el siguiente diseño dinámico en cual el slump verificado fue de 3.5”.

- Agua/cemento = 0.45.
- Cemento = 438 kg/m<sup>3</sup>.....= 10.3 bls/m<sup>3</sup>.
- Agua efectiva = 197.3 lt/m<sup>3</sup>.
- Agregado grueso = 788.8 kg/m<sup>3</sup>.
- Agregado fino = 954.1 kg/m<sup>3</sup>.
- Fibra de acero Wirand FF1 = 20 kg/m<sup>3</sup>.



**Figura 20.** Mezcla de concreto del diseño con 20 kg/m<sup>3</sup> fibras de acero.  
**Fuente:** Propia.

**Diseño de mezcla (a/c = 0.45), con 25 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero.**

Para este diseño de mezclas, se usó el diseño de mezcla del concreto patrón y se adiciono la cantidad de fibras de acero y se corrigieron las cantidades y/o proporciones teniendo en cuenta el volumen ocupado por las fibras, se obtuvo el siguiente diseño dinámico en cual el slump verificado fue de 3”.

- Agua/cemento = 0.45.
- Cemento = 437.3 kg/m<sup>3</sup>.....= 10.3 bls/m<sup>3</sup>.
- Agua efectiva = 196.8 lt/m<sup>3</sup>.
- Agregado grueso = 787.2 kg/m<sup>3</sup>.
- Agregado fino = 962.1 kg/m<sup>3</sup>.
- Fibra de acero Wirand FF1 = 25 kg/m<sup>3</sup>.



**Figura 21.** Mezcla de concreto del diseño con 25 kg/m<sup>3</sup> fibras de acero.  
**Fuente:** Propia.

**Diseño de mezcla (a/c = 0.45), con 35 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero.**

Para este diseño de mezclas, se usó el diseño de mezcla del concreto patrón y se adiciono la cantidad de fibras de acero y se corrigieron las cantidades y/o proporciones teniendo en cuenta el volumen ocupado por las fibras, se obtuvo el siguiente diseño dinámico en cual el slump verificado fue de 3.”.

- Agua/cemento = 0.45.
- Cemento = 437.8 kg/m<sup>3</sup>.....= 10.3 bls/m<sup>3</sup>.
- Agua efectiva = 197.1 lt/m<sup>3</sup>.
- Agregado grueso = 788.1 kg/m<sup>3</sup>.
- Agregado fino = 963.2 kg/m<sup>3</sup>.
- Fibra de acero Wirand FF1 = 35 kg/m<sup>3</sup>.



**Figura 22.** Mezcla de concreto del diseño con 35 kg/m<sup>3</sup> fibras de acero.  
**Fuente:** Propia.

Evaluación del concreto tras la adición de fibras de acero en diferentes proporciones:

### En estado Fresco.

Es primordial evaluar los efectos que produce la inclusión de fibras de acero al concreto, en las principales características físicas y mecánicas del concreto en estado fresco, para poder determinar como el ingeniero y/o constructor debería actuar si decide usar este material en el concreto, por lo cual se debe tener presente las propiedades físicas y mecánicas de este estado del concreto.

**Tabla 22.** Resumen de las cantidades de probetas que se ensayaran.

Ensayo	Refuerzo	Tipo de probeta	Dosificación (kg/m <sup>3</sup> )	Cantidad	Fechas de ensayo
Compresión	Sin refuerzo	Cilindrica	0	2	7, 14 y 28 días
	Wirand FF1	Cilindrica	20	2	7, 14 y 28 días
	Wirand FF1	Cilindrica	25	2	7, 14 y 28 días
	Wirand FF1	Cilindrica	35	2	7, 14 y 28 días
Tracción	Sin refuerzo	Cilindrica	0	2	28 días
	Wirand FF1	Cilindrica	20	2	28 días
	Wirand FF1	Cilindrica	25	2	28 días
	Wirand FF1	Cilindrica	35	2	28 días
Flexión	Sin refuerzo	Prismatica	0	2	28 días
	Wirand FF1	Prismatica	20	2	28 días
	Wirand FF1	Prismatica	25	2	28 días
	Wirand FF1	Prismatica	35	2	28 días

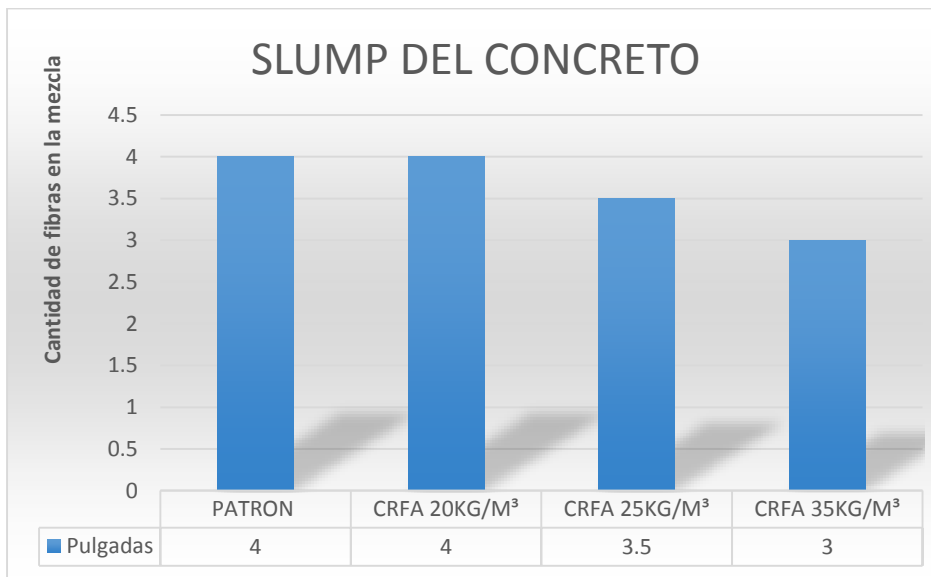
Fuente: Propia.



En estado físico encontramos las siguientes características:

**Consistencia.-** Generalmente se mide a través del ensayo de slump o asentamiento, bajo la NTP 339.035.2009 HORMIGÓN (CONCRETO). ASTM C-143. Con este ensayo se comprobó el diseño de la mezcla, el cual fue originalmente preparado para un slump de 4" y como se puede observar en la tabla se obtuvieron valores dentro de un rango admisible de +/- 1 pulg.

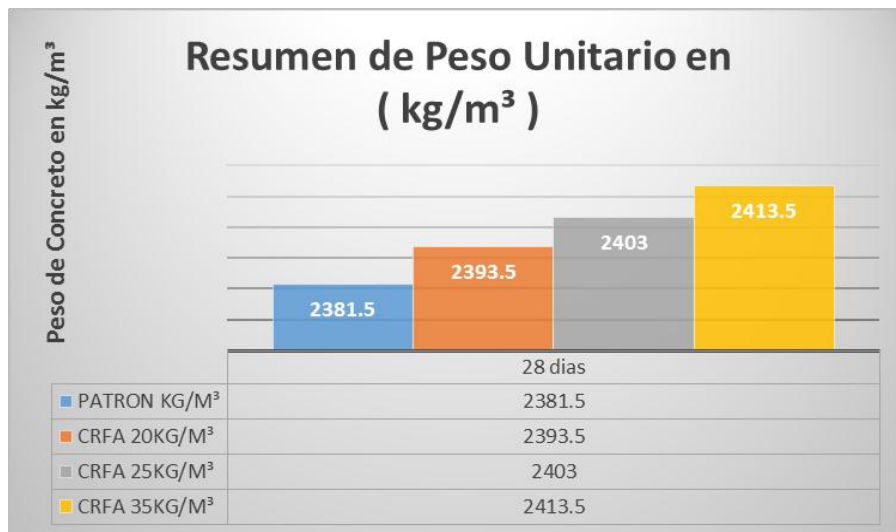
Observamos el proceso del ensayo de asentamiento realizado en el laboratorio de la UNFV.



**Figura 23.** Resumen del slump en los 4 diseños empleados.

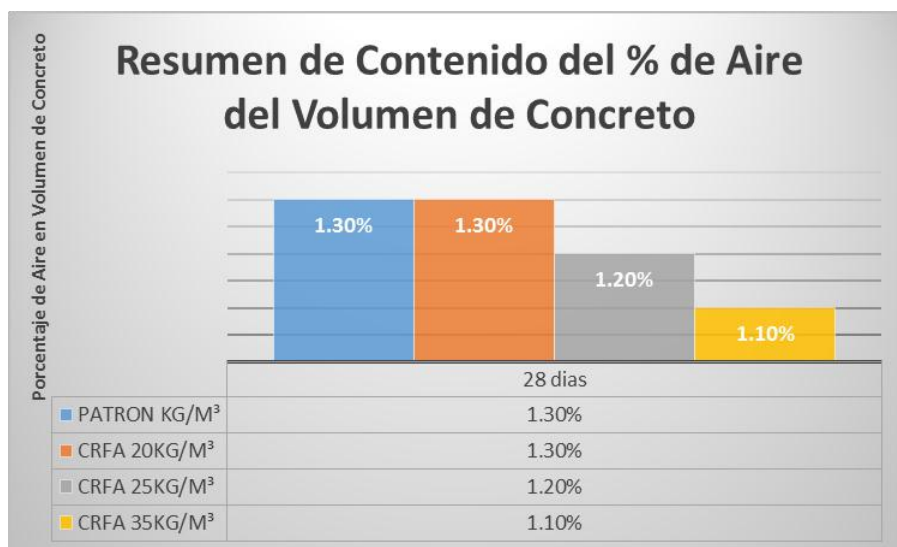
**Fuente:** Propia.

**Peso unitario.-** Este ensayo se realizó para obtener el peso del concreto en 1 m<sup>3</sup>, con la finalidad de verificar el rendimiento del concreto diseñado.



**Figura 24.** Resumen del peso unitario de la mezcla.  
**Fuente:** Propia.

**Contenido de Aire en la Mezcla.-** El siguiente ensayo tiene por finalidad obtener el contenido de aire atrapado, en porcentaje, en una muestra de concreto fresco. Cabe decir que este ensayo tiene como antecedente a las normas ASTM C-231 y NTP 339.083



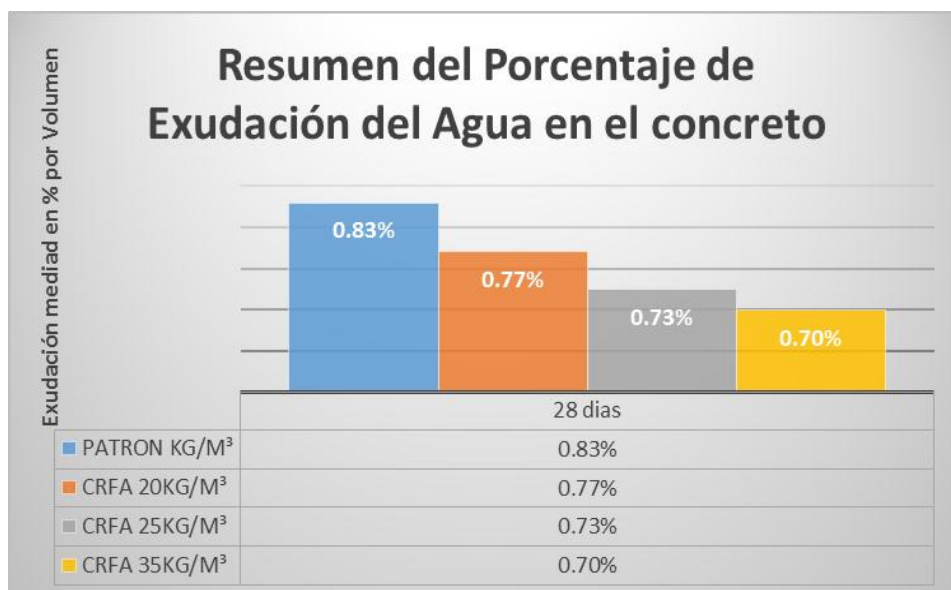
**Figura 25.** Resumen del peso unitario de la mezcla.  
**Fuente:** Propia.

**Temperatura.-** En este ensayo se determinó la temperatura del concreto en estado plástico. Esta característica es muy importante en vaciados masivos, debido a que las reacciones químicas producidas generan calor de hidratación, la cual debe ser controlada para asegurar un buen comportamiento del concreto al momento de realizar el vaciado. La norma NTP 339.184:2013, ASTM C-1064, a la cual hace referencia el ensayo, indica que al momento de realizarse el vaciado, el concreto no debe de sobrepasar los 33°C.

**Exudación.-** Se realizó de acuerdo a la NTP 339.077.2013 HORMIGÓN (CONCRETO). ASTM C 232. La exudación es la segregación de los componentes de la mezcla de concreto fresco en la que el agua tiende a subir hacia la superficie del concreto. Este es un proceso natural del concreto.

El agua al ascender hacia la superficie crea dicha superficie del concreto una capa delgada, débil y porosa que no tiene resistencia ni es durable.

El agua al llegar a la superficie del concreto se va evaporando de una forma lenta, en la cual si la evaporación es más rápida que la velocidad de su migración de la matriz hacia la superficie superior se crearán fisuras de retracción plástica por deficiencia de agua.



**Figura 26.** Resumen del porcentaje de exudación en la mezcla.  
**Fuente:** Propia.



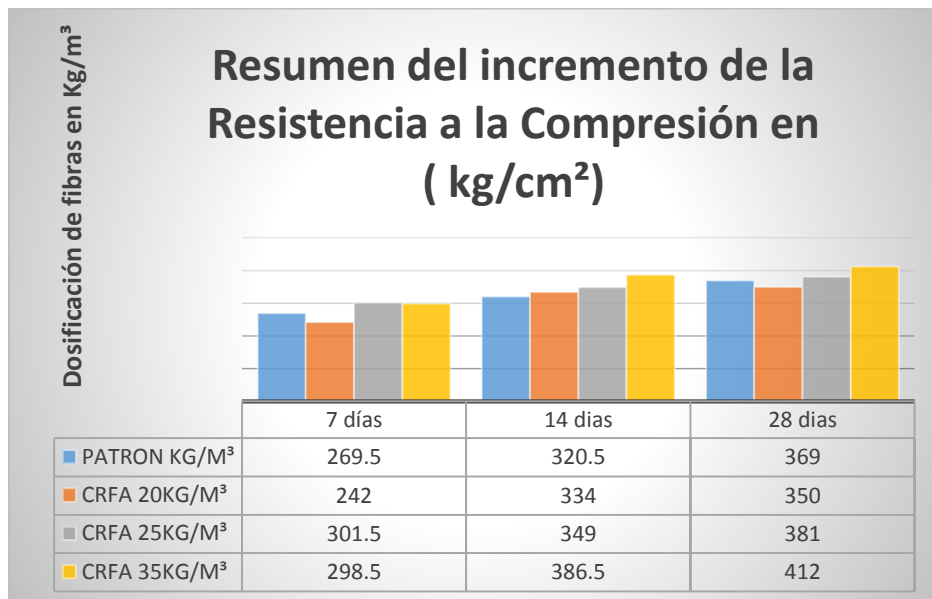
**Ensayo de concreto endurecido.-** En este subcapítulo se presentarán los ensayos realizados al el concreto endurecido a diferentes edades. Con los datos obtenidos se evaluara los cambios de las características mecánicas y físicas que se producen en el concreto fibroreforzado, sometidos principalmente a esfuerzos de flexión, tracción y compresión, los cuales detallamos:

**Ensayo de Resistencia a la compresión en probetas cilíndricas.-** Para este ensayo se realizaron 24 probetas cilíndricas (6 probetas del concreto patrón y 18 probetas de concreto con fibras) con dimensiones de 6" x 12", realizadas según las normas ASTM C-192 y NTP 339.033. Los ensayos se realizaron en las edades: 7, 14 y 28 días. Para realizar la rotura de probetas en las edades respectivas se utilizó la normatividad expuesta en la NTP 339.034



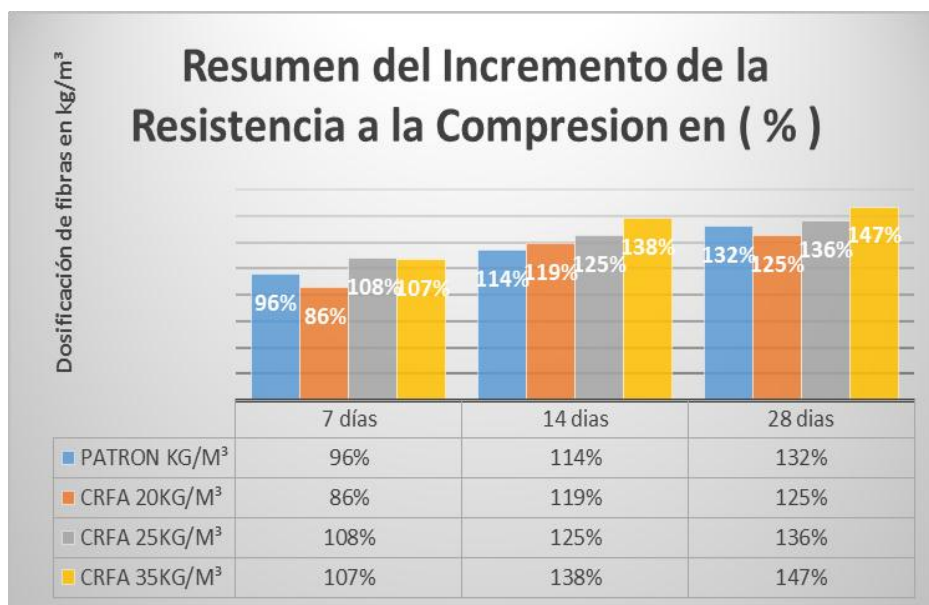
**Figura 27.** Ensayo de resistencia la compresión de la probeta.  
**Fuente:** Propia.

Se representa gráficamente la mejora de la resistencia a la compresión, cuando adicionamos fibras FF1de acero Wirand al concreto.



**Figura 28.** Resumen de la resistencia a la compresión de los cuatro diseños de mezcla.

**Fuente:** Propia.



**Figura 29.** Resumen de la resistencia a la compresión de los cuatro diseños de mezcla expresado en porcentajes.

**Fuente:** Propia.

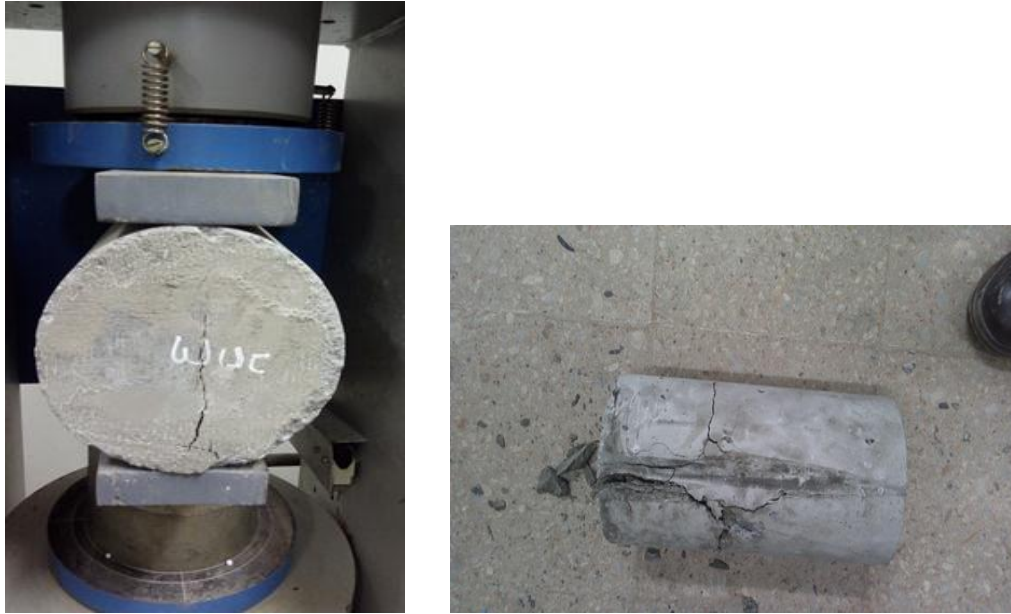
**Ensayo de Resistencia a la Tracción por compresión Diametral en probetas cilíndricas.-** Para este ensayo se realizaron 8 probetas prismáticas tipo viga (2 probetas del concreto patrón y 6 probetas de concreto con fibras) con dimensiones de 6" x 12", realizadas según las normas ASTM C-496 y NT 339.084, en la cual la probeta a ensayar debe ser normalizada por la NTP 339.033. Los ensayos se realizaron a los 28 días de edad. "Método de ensayo para el esfuerzo a la tracción por compresión diametral".

La resistencia a la tracción del concreto es particularmente baja. Una buena aproximación para la resistencia a la tracción es:

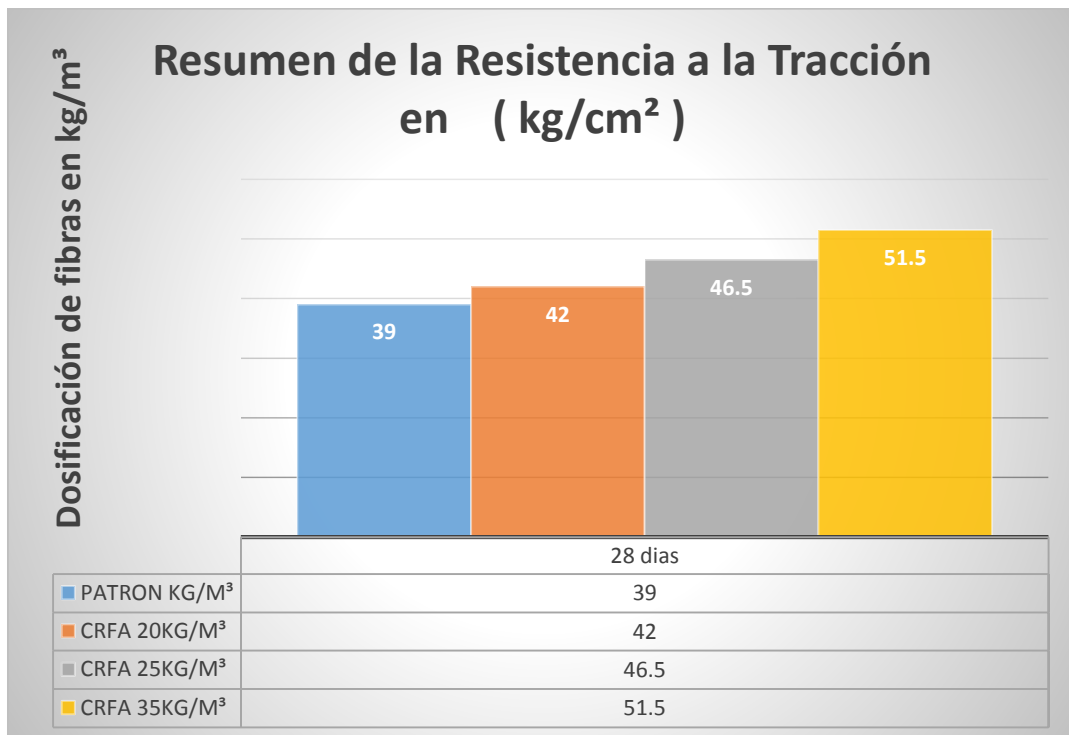
$$0.10f'c < \text{resistencia } f'_{ct} < 0.20f'c.$$



**Figura 30.** Ensayo de resistencia a la tracción de la probeta.  
**Fuente:** Propia.



**Figura 31.** Rotura de probetas cilíndricas para determinar la resistencia a la tracción.  
**Fuente:** Propia.

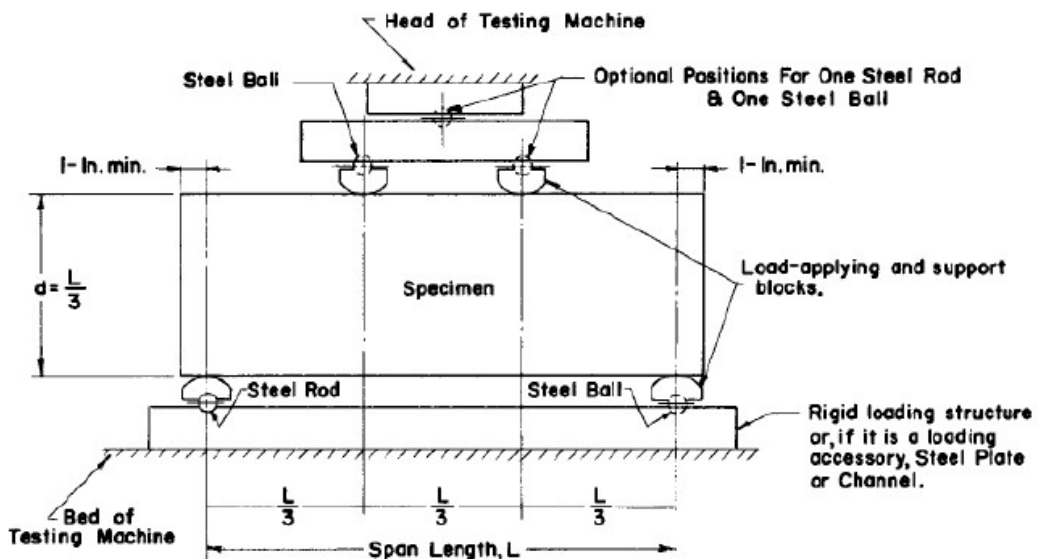


**Figura 32.** Resumen de la resistencia a la tracción de los cuatro diseños de mezcla.  
**Fuente:** Propia.

**Ensayo de Flexión de Vigas.-** Para este ensayo se realizaron 8 probetas tipo vigas normalizadas de dimensiones 6"x6"x21". Los ensayos se realizaron a los 7, 14 y 28 días. Estas se cargaron a los tercios previamente marcados y se procedió a aplicar la carga de manera continua, se consideró la norma NTP 339.078 asociada a la norma ASTM C-78.



**Figura 33.** Viga de concreto con fibras de acero ensayas a flexión.  
Fuente: Propia.



**Figura 34.** Viga de concreto con fibras de acero ensayas a flexión.  
Fuente: Maccaferri 2007

Se realizaron los cálculos de siguiente manera:

$$MR = \frac{P \times L}{b \times h^2}$$

“Si la falla ocurre en el tercio central de la viga.”, se aplica la siguiente fórmula.

Donde:

- MR : Módulo de rotura (Mpa).
- P : Carga (kg).
- L : Luz (cm).
- b : Ancho promedio (cm).
- H : Altura promedio (cm).

“Si la falla ocurre fuera del tercio central, pero no mayor del 5% de la luz libre, se aplica la siguiente fórmula.

$$MR = \frac{3P \times a}{b \times h^2}$$

Donde:

- a : Distancia entre la línea de falla y el apoyo más cercano, medido sobre el largo de la línea central de la superficie inferior de la viga (cm).

En caso la línea de falla apareciera fuera del 5% de la luz libre, el ensayo quedaría invalidado o descartado.





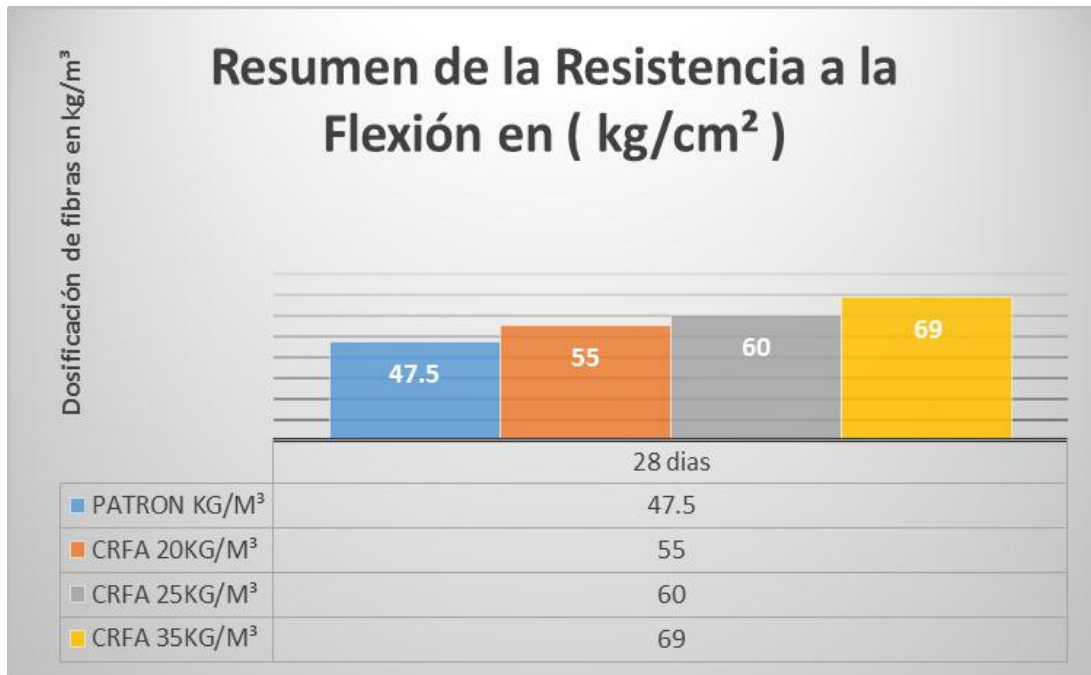
**Figura 35.** Ensayo de resistencia a la flexión de la viga.  
**Fuente:** Propia.



**Figura 36.** Ensayo sin fibra.  
**Fuente:** Propia.



**Figura 37.** Ensayo con fibra.  
**Fuente:** Propia.



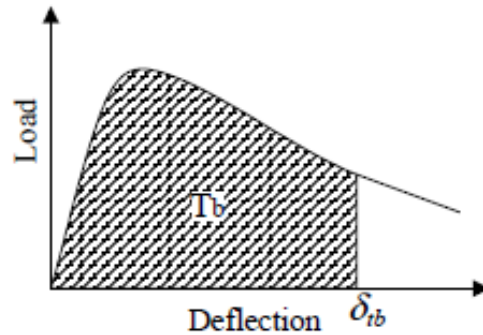
**Figura 38.** Resumen de resultados de resistencia a la flexión.  
**Fuente:** Propia.

**Ensayo de tenacidad.-** Se sabe mediante estudios anteriores que las fibras de acero mejoran ciertas limitaciones que presenta el concreto. Uno de los principales aportes que da esta fibra, es el aumento de la capacidad de absorción o disipación de energía gracias a los mecanismos de transferencia de esfuerzos.

La tenacidad está representada mediante el factor, el valor de la tenacidad se determina con tres cifras significativas del área por debajo de la curva carga-deflexión hasta que se mida una deflexión de 3 mm.

**Ensayo de Flexión de Vigas.-** Para este ensayo se realizaron 8 probetas tipo vigas normalizadas de dimensiones 6"x6"x21". Los ensayos se realizaron a los 7, 14 y 28 días. Estas se cargaron a los tercios previamente marcados y se procedió a aplicar la carga de manera continua, se consideró la norma NTP 339.078, asociada a la norma ASTM C-78.





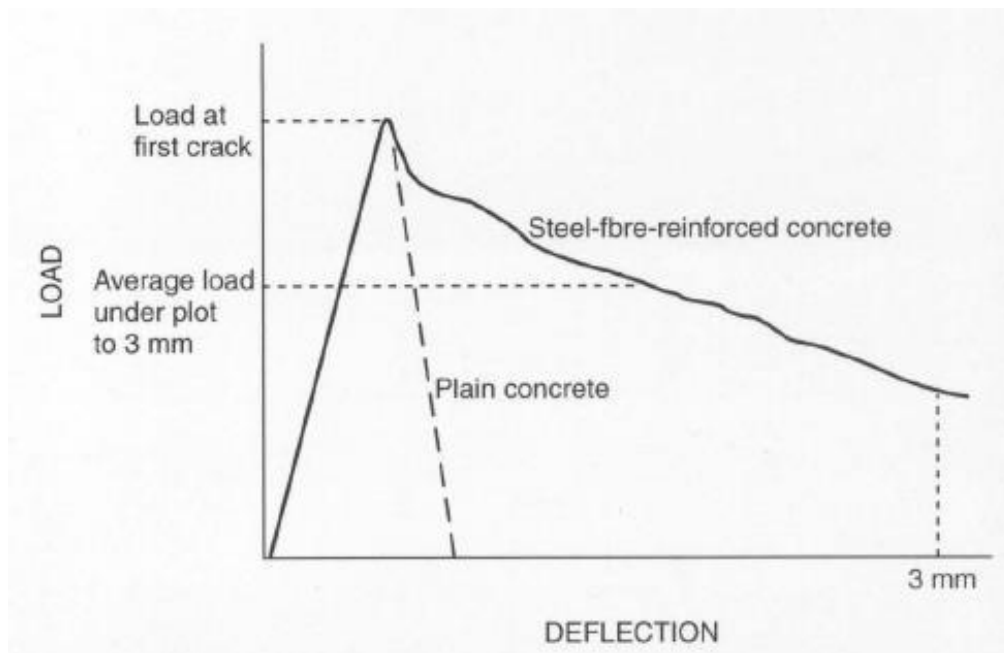
**Figura 39.** Grafica Curva carga-deformación – Tenacidad  
**Fuente:** Japan Industrial Standard JIS 1106 – 2006

Esta propiedad que adquiere el concreto tras la adición de esta fibra se llama tenacidad, y esta se obtiene mediante diferentes ensayos. Comúnmente se utiliza el ensayo japonés JSCE-SF4 “Método de Ensayo para Resistencia a la Flexión y Flexión Equivalente para Concreto Reforzado con Fibras de Acero usando cargas a los tercios”, usando vigas de 6”x6”x21” simplemente apoyadas. La medida de la tenacidad está dada por el factor de tenacidad, con el cual se halla el valor de flexión equivalente  $Re_3$ , en la cual este parámetro depende del tipo de fibra y las proporciones de su dosificación, cabe mencionar que estos valores están basados en los ensayos JCI SF-4/22. Así mismo, son parte de la base de datos de Maccaferri.

**Tabla N° 23.** Dosificaciones de las Fibra FF1, según su resistencia equivalente.

Dosificación de fibra		Re3
kg/m3	lbs/cu.yd	FF1
20	34	48
25	42	57
30	50	64
35	60	71
40	67	77
45	75	83
50	85	89

**Fuente:** Maccaferri, 2007)



**Figura 40.** Grafica Curva carga-deflexión en vigas de concreto.  
**Fuente:** A guide to design and construction, Technical Report No. 34 – Concrete Society 2003

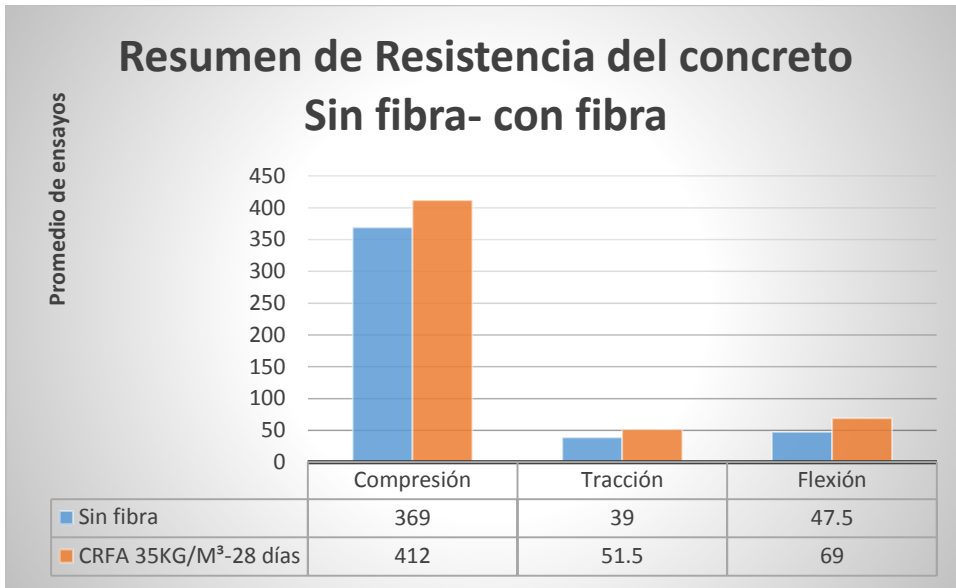
#### IV. DISCUSIONES.

Soldevilla en su estudio titulado tesis “Efectos de la Fibra Metálica en el Concreto elaborado con Cemento Portland Tipo I”, llegó a la conclusión que cada vez que se adicione fibras metálicas al concreto este tendrá que ser ajustado en proporciones de peso, ya que en este estudio se ajustó las cantidades de los componentes del concreto en cada aumento de la proporción de la fibra.

Tras los estudios realizados por este autor se confirma que la investigación es verdadera ya que este logro una mejoría del 12.5, 18.7 y 25% con adiciones de su fibra metálica Z, mientras que la mía fue Wirand® FF1, logrando esta fibra desarrollar una mejoría de resistencia a la compresión del similar a la usada por Soldevilla, al respecto el autor en su estudio demostró el aumento de la resistencia a la compresión es positiva, siempre y cuando se use los materiales de forma proporcionada con la aprobación de un diseño de mezclas.

Sotil en su estudio titulado “Análisis comparativos del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido” confirma que nuestra investigación es verdadera, corroborando los resultados que en su momento el logro encontrar, en los ensayos del peso unitario una creciente del 0.5%, en el contenido de aire una disminución del 18%, cabe resaltar que él uso fibra Wirand® FF3 y FF4 y la mía fue Wirand® FF1, al respecto el autor demostró la mejoría de las propiedades físicas y mecánicas del concreto al realizar la inclusión de fibras de acero.

Castillo en su estudio titulado “ Estudio comparativo del concreto convencional y concreto reforzado con fibras de acero Dramix “, demostró que la inclusión de fibras de acero Wirand® FF1 al concreto, influye en las características mecánicas del concreto  $f'c$  28 Mpa, ya que cuando el concreto alcanza su estado de dureza, este adquiere mejoras en su comportamiento estructural, como mejor resistencia (compresión, tracción y flexión) y aparte de ello mejoras en la tenacidad, ductilidad y elasticidad de dicho concreto, aumentando su módulo el elasticidad de concreto, al respecto el autor afirma que la adición de esta fibra mejora notoriamente las propiedades del concreto en estado endurecido.



**Figura 41.** Resumen re resistencias mecánicas del concreto (con fibra y sin fibra)

**Fuente:** Propia

## V. CONCLUSIONES.

Se concluye que la inclusión de fibras de acero en este concreto, hace que este disminuya su trabajabilidad y aumente su consistencia, lo cual significa que el slump disminuirá.

El asentamiento del slump disminuyó en un 25% con respecto a su diseño inicial.

Los porcentajes de peso de los agregados fue mínima, la cual varía en un 0.3% con respecto al diseño inicial.

Se concluye que la inclusión de fibra de acero en este concreto hace que el peso unitario aumente en un 1.5% del peso unitario patrón, lo cual nos indica que el concreto tiene mejor calidad, disminuye el contenido de aire en un 15% del volumen de la mezcla inicial, lo cual nos induce a decir que el concreto tendría menos espacios vacíos y mejor resistencia, reduce el porcentaje de exudación en un 16% del volumen de la mezcla lo cual es perjudicial y beneficioso a la vez ya que si se controla este se obtienen concretos más duraderas y si se desconoce su control se originaría una capa de losa muy frágil.

Se concluye que mejoran las resistencias a la compresión, tracción y flexión, mejorando sus características mecánicas, con la adición mayor o igual a 25 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero Wirand® FF1, la cual expresa de la siguiente manera:

Mejoras en la resistencia a la compresión del 11.65% del concreto patrón, con adición de fibras de 20, 25 y 35 kg/m<sup>3</sup>.

Mayor resistencia a la tracción del 20.08% del concreto patrón con inclusión de fibras de acero Wirand® FF1 de 35 kg/m<sup>3</sup>, a los 28 días.

Aumento de la resistencia a la flexión del 45.26% del concreto patrón con inclusión de fibras de acero Wirand® FF1 de 35 kg/m<sup>3</sup>, a los 28 días.

## VI. RECOMENDACIONES



Se recomienda esta investigación a los jefes de logística- compras e ingenieros de calidad, ya que la buena selección de los materiales daría mejores resultados en la mezcla.

Al usar este material los componentes del concreto varían en su composición y esto tendría beneficios económicos y de calidad.

Los procesos a usar serían la selección de los materiales, óptimo diseño de mezcla, procedimiento de mezclado, colocación y curado del concreto.

Al seleccionar bien los materiales a utilizar, estos darían diseños más óptimos y a menor costo.

Se recomienda esta investigación a los supervisores de obra, ya que con el uso de este material se tendrían mejores resultados en estado fresco.

Al usar este material los estados del concreto tendrían mejores valores con respecto al concreto convencional, y esto ayudaría en el proceso final del concreto.

Los procesos a usar serían similares al concreto convencional, con la diferencia que ahora se tendrían resultados distintos de consistencia, segregación y exudación.

Por lo tanto al usar este material se tendrían mejor manejo y colocación del concreto, ya que los procesos del concreto fresco serían favorables en el concreto endurecido.

Se recomienda esta investigación a los supervisores, jefes de proyecto, ya que el producto final tendría mejor calidad estructural y estética.

Al usar este material los cambios que se tendrían en su resistencia serían de forma creciente con respecto a su compresión, tensión y flexión.

Al realizar los procesos de verificación del concreto final estos con la adición de fibras darían valores crecientes con respecto al concreto convencional.

Por lo tanto al usar este material en concreto, esto minimizaría los problemas estructurales y/o estéticos del concreto.

Por lo tanto esta investigación se recomienda a todos los profesionales de la construcción y público en general, ya que con el uso de este material se tendrían mejoras estructurales, estéticas y económicas en los diferentes proyectos.

A su vez se recomienda para tener resultados óptimos respetar los procedimientos del uso y manejo del concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido, afín de poder obtener un concreto con calidad idónea.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Abanto Castillo, Flavio. 2009.** *Tecnología del concreto.* Lima : San Marcos E.I.R.L., 2009.
- ACI 2008.**
- ACI 544,5R-10. 2010.** *Report on the Physical Properties and Durability of Fiber Reinforced Concrete.* USA : American Concrete Institute, 2010.
- ACI 544.3R-08. 2008.** *Guide for Specifying, Proportioning, and Production of Fiber-Reinforced Concrete.* USA : American Concrete Institute, 2008.
- Arthur, Nilson y David, David. 2011.** *Diseño de estructuras de concreto, 12va edición.* Colombia : Quebecor World Bogota S.A., 2011.
- Borja Suarez, Manuel. 2012..** *Metodología de la investigación científica.* Chiclayo : s.n., 2012.
- Carrillo Leiva, Joel Romario y Rojas Chavez, Jairo Francisco. 2017.** *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto patrón  $f^c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y un concreto reemplazado en porcentaje del 1, 2, 3 y 4% con dramix 3D.* Cusco : Universidad Andina del Cusco, 2017.
- Carrillo Leiva, Joel Romario y Rojas Chávez, Jairo Francisco. 2017.** *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un concreto patrón 210 kg/cm<sup>2</sup> y un concreto reemplazado con fibras Dramix 3D.* Cusco : Universidad Andina del Cusco, 2017.
- Castillo Machaca, Alexander y Pancca Apaza, Neilson. 2015.** *Estudio comparativo de concreto convencional y concreto reforzado con fibras de acero Dramix en la ciudad de Juliaca.* Juliaca : Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez", 2015.
- . **2015.** *Estudio comparativo del concreto convencional y concreto reforzado con fibras de acero Dramix en la ciudad de Juliaca.* Juliaca : Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2015.
- Cervera Ruiz, Miguel y Blanco Diaz, Elena. 2003.** *Resistencia de materiales, 1ra edición.* Barcelona : Universidad Politécnica de Cataluña, 2003.
- Cordova Pérez, Claudia Cecilia, Cuellar Soto, Liseth Adriana y Guisado Barrios, Mayra Shuguey. 2012.** *Comparación de la resistencia equivalente a la flexión entre las fibra de acero Wirand producidas en Italia y las producidas en Perú.* Lima : Pontificia Universidad católica del Perú, 2012.
- Córdova Pérez, Claudia Cecilia, Cúellar Soto, Liseth Adriana y Guizado Barrios, Mayra Shuguey. 2012.** *Comparación de la resistencia equivalente a la flexión entre las fibras de acero Wirand producidas en Italia y las producidas en Perú.* Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012.
- Gonzales Cuevas, Oscar M. y Fernández Villegas, Francisco Robles. 20015.** *Aspectos fundamentales del concreto reforzado.* México : Limusa S.A., 20015.
- Gutierrez Ramos, María Milagros y Palomino Lazo, Katia del Pilar. 2015.** *Análisis de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de polipropileno y acero, y su uso en el control de fisuras por contracción plastica.* Arequipa : Univeridad Católica de Santa María, 2015.

- Gutierrez Ramos, María Milagros y Palomino Lazo, Katia del Pilar. 2016.** *Análisis de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de popropileno y acero, y su uso en el control de fisuras por contracción plástica.* Arequipa : Universida Católica de Santa María, 2016.
- H. Kosmatka, Steven, y otros. 2004.** *Diseño y control de mezclas de concreto.* EEUU : Asociación de Cemento Portlant, 2004.
- Hernández Sampieri, Roberto, Fernandez collado, Carlos y Baptista Lucio, Maria del Pilar. 2014..** *Metodologia de la Investigación.* México : Mc Gra W-Hill Interamericana S.A., 2014.
- Irías Pineda, Ana Sofía. 2013.** *Refuerzo de elementos estructurales con hormigones con fibra o solo fibras.* España : Universidad Politécnica de Madrid, 2013.
- Komatha, Estiven H., y otros. 2004.** *Diseño y control de mezclas de concreto.* Illinois, EEUU : s.n., 2004.
- León, José Alfredo. 2014.** *Evaluación del proceso de daño y deterioro mecánico del concreto reforzado con fibras mediante técnicas acústicas.* Colombia : Universidad Nacional de Colombia, 2014.
- López Roman, Jorge. 2015.** *Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adiconado.* México : Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.
- Maccaferri. 2007.** *Fibras como elemento estructural para el refuerzo del hormigón.* Brasil : s.n., 2007.
- . **2011.** *Informe técnico de fibras.* Brasil : Maccaferri., 2011.
- Mc Cormac, Jack y H. Brown, Russell. 2011.** *Diseño de concreto reforzado.* México : Alfaomega Grupo Editor S.A., 2011.
- Mejía Mejía, Elías. 2005..** *Técnicas e instrumentos de investigación.* Lima : Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2005.
- Monje Alvarez, Carlos Arturo. 2011..** *Metodología de la investigación cualitativa y cuantitativa.* Colombia : Universidad Sur Colombiana, 2011.
- Moy Mosquera, Noelia Carolina y Remuzgo Florentino, José Miguel. 2013.** *Influencia de las fibras de acero en las propiedades del concreto en losas aligeradas a 3200 m.s.n.m.* Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2013.
- NTP 339.034 y ASTM C-39. 2008(2013).** *Ensayo de compresión de probetas cilíndricas de concreto.* Lima. : Norma tecnica Peruana., 2008(2013).
- NTP 339.078, ASTM C-78 y ASTM C-293. 2012.** *Metodo de ensayo normalizado de resistencia a la flexión.* Lima : Norma técnica Peruana, 2012.
- NTP 339.084 y ASTM C-496. 2012.** *Metodo de ensayo normalizado de tracción simple por compresión diametral.* Lima : Norma Tecnica Peruana, 2012.
- Pasquel Carbajal, Enrique. 1998.** *Topicos de tecnologia del concreto en el Perú, 2da edición.*

Lima : Colegio de Ingenieros del Perú, 1998.

**Porrero S., Joaquin, y otros. 2014.** *Manual del proyecto estructural.* Venezuela : Abaco arte, 2014.

**Ramos Salcedo, Heisin. 2012.** *Aplicación de fibras estructurales a los pilotes tipo CPI 8.* España : Universitat Politècnica de Catalunya, 2012.

**Rivva Lopez, Enrique. 1992.** *Diseño de mezclas.* Lima : Hozlo S.C.R.L., 1992.

**Ruíz Bolívar, Carlos. 2002..** *Instrumentos de investigación educativa: Procedimientos para su diseño y validación.* Venezuela : s.n., 2002.

**Sarta Forero, Helo Nickolas y Silva Rodríguez, Jose Luís. 2017.** *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y 6%.* Colombia : Universidad Católica de Colombia, 2017.

**Tolos Gebelí, Arnau. 2011.** *Análisi estructural de forjados de hórmiton reforzados con fibras.* España : Universidad Politècnica de Catalunya, 2011.

## VIII. ANEXOS.

8.1 Certificados de laboratorio.

8.1.1 Análisis granulométrico – agregado fino



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
ASTM C 136 - NTP 400.012						
EXPEDIENTE N° : 001 - LEM 2017 SOLICITANTE : WILLIAMS URIBE DE LA CRUZ PROYECTO : INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO WIRAND® FF 1 EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MÉCICAS DEL CONCRETO F'c 20KG/CM² EN EL DISTRITO DE LIMA, 2017. MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : EL OLIVAR-TRAPICHE FECHA : 03/01/2017						
MALLA	PESO RETENIDO en gramos (b)	% RETENIDO (c)=(b)/a*100	% RETENIDO ACUMUL. (d)=SUMA (c)	% PASANTE ACUMUL. 100 - (d)	MODULO DE FINEZA	
3"	-			100.0	3.10	
2 1/2"	-			100.0	TAMAÑO MÁXIMO	
2"	-			100.0	(A) peso de tara (gr) : 744.8	
1 1/2"	-			100.0	(B) peso de muestra original húmeda (gr) : 1383.9	
1"	-			100.0	(C) peso de muestra seca (gr) : 1376.3	
3/4"	-			100.0	% HUMEDAD	
1/2"	-			100.0	[B-C] * 100 / [C-A] 1.20	
3/8"	-			100.0	(D) peso de tara (gr) : 744.8	
# 4	31.6	5.0	5.0	95.0	(E) peso de muestra seca (gr) : 1376.3	
# 8	140.6	22.3	27.3	72.7	(F) peso de muestra después de lavado seca (gr) : 1350.6	
# 16	117.0	18.5	45.8	54.2	%PASANTE DE M # 200	
# 30	107.5	17.0	62.8	37.2	[E-F] * 100 / [E-D] 4.07	
# 50	100.1	15.9	78.7	21.3	OBSERVACIONES	
# 100	74.1	11.7	90.4	9.6		
FONDO	60.6	9.6	100.0	0.0		
TOTAL	631.5	100.0	MODULO FINEZA	3.10		

GRAFICO




*[Signature]*  
**FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,**  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
 Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

## 8.1.2 Análisis granulométrico – agregado grueso.

Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"


**LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES**

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
ASTM C 136 - NTP 400.012

EXPEDIENTE N° : 002 - LEM 2017  
 SOLICITANTE : WILLIAMS URIBE DE LA CRUZ  
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO WIRAND® FF 1 EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MÉCICAS DEL CONCRETO F<sup>c</sup> 20KG/CM<sup>2</sup> EN EL DISTRITO DE LIMA, 2017.  
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO - HUSO 57  
 CANTERA : UNICÓN-TRAPICHE  
 FECHA : 03/01/2017

GRANULOMETRIA					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	MODULO DE FINEZA	
					TAMAÑO MÁXIMO	6.67
3"	-			100.0	(A) peso de tara (g) :	1230.4
2 1/2"	-			100.0	(B) peso de muestra original húmeda(g):	3943.1
2"	-			100.0	(C) peso de muestra seca(g) :	3922.9
1 1/2"	-			100.0	% HUMEDAD	0.75
1"	-			100.0	[B-C] * 100 / [C-A]	
3/4"	333.3	4.8	4.8	95.2	(D) peso de tara (g) :	1230.4
1/2"	2,024.9	28.9	33.6	66.4	(E) peso de muestra seca (g) :	3922.9
3/8"	2,134.6	30.4	64.1	35.9	(F) peso de muestra después de lavado seca (g) :	3896.9
# 4	2,395.5	34.2	98.2	1.8	%PASANTE DE M # 200	0.97
# 8	88.2	1.3	99.5	0.5	[E-F] * 100 / [E-D]	
# 16	-				OBSERVACIONES	
# 30	-					
# 50	-					
# 100	-					
FONDO	34.5	0.5	100.0	0.0		
<b>TOTAL</b>	<b>7011.0</b>	<b>100.0</b>	<b>MODULO FINEZA</b>	<b>6.67</b>		

GRAFICO



TAMICES STANDARD ASTM

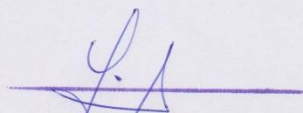
*[Firma]*

**FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.**  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR




Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
 Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe





### 8.1.3 Gravedad específica – agregado fino.

UNIVERSIDAD NACIONAL <b>Federico Villarreal</b>	Facultad de Ingeniería Civil	
<i>"Año del Buen Servicio al Ciudadano"</i>		
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES		
 <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>  		
EXPEDIENTE N°	:	003 - LEM 2017
SOLICITA	:	WILLIAMS URIBE DE LA CRUZ
PROYECTO	:	INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO WIRAND® FF 1 EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO FC 280 KG/CM <sup>2</sup> , EN EL DISTRITO DE LIMA, 2017°.
MATERIAL	:	AGREGADO FINO
CANTERA	:	EL OLIVAR - TRAPICHE
FECHA	:	03/01/2017
Peso Específico Bulk (Base Seca)	:	2.681 gr / cm <sup>3</sup>
Peso Específico Bulk (Base Saturada)	:	2.711 gr / cm <sup>3</sup>
Peso Específico Aparente (Base Seca)	:	2.765 gr / cm <sup>3</sup>
ABSORCION	:	1.14 %
ESPECIFICACIONES:	:	El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 128.
NOTA	:	La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.
  <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; width: 100%;"/> <b>FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,</b> Laboratorio de Ensayos de Materiales COORDINADOR		
 <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; width: 100%;"/>		
Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe		

## 8.1.4 Gravedad específica – agregado grueso.

	Universidad Nacional <b>Federico Villarreal</b>	Facultad de Ingeniería Civil 
<hr/> <p>"Año del Buen Servicio al Ciudadano" LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES</p> <hr/>		
<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>		
EXPEDIENTE N°	:	004 - LEM 2017
SOLICITA	:	WILLIAMS URIBE DE LA CRUZ
PROYECTO	:	INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO WIRAND® FF 1 EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO FC 280 KG/CM <sup>2</sup> , EN EL DISTRITO DE LIMA, 2017°.
MATERIAL	:	GRAVA - HUSO 67
CANTERA	:	UNICON-TRAPICHE
FECHA	:	03/01/2017
Peso Especifico Bulk (Base Seca)	:	2.754 gr / cm <sup>3</sup>
Peso Especifico Bulk (Base Saturada)	:	2.776 gr / cm <sup>3</sup>
Peso Especifico Aparente (Base Seca)	:	2.815 gr / cm <sup>3</sup>
ABSORCION	:	0.80 %
ESPECIFICACIONES:	:	El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 127.
NOTA	:	La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.
  <hr/> <b>FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.</b> Laboratorio de Ensayos de Materiales COORDINADOR		
<hr/> <p>Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe</p> <hr/>		

## 8.1.5. Diseño de mezcla – patrón.

 <p>Universidad Nacional <b>Federico Villarreal</b></p>	<p>Facultad de Ingeniería Civil</p> 
<p>"Año del Buen Servicio al Ciudadano"</p> <p>LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES</p>	
<p><b><u>DISEÑO DE MEZCLA</u></b></p>	
<b>SOLICITA :</b>	<b>WILLIAMS URIBE DE LA CRUZ</b>
<b>PROYECTO:</b>	<b>INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO WIRAND® FF 1 EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO FC 280 KG/CM<sup>2</sup>, EN EL DISTRITO DE LIMA, 2017°.</b>
<b>FECHA</b>	<b>:05-01-2017</b>
<b>ESPECIFICACIONES:</b>	
- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.	
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm <sup>2</sup> , a los 28 días.	
<b>MATERIALES</b>	
A.-Cemento:	-Tipo I -Peso específico..... 3.12
B.-Agua:	-Potable, de la zona.
C.-Agregado fino:	<b>Cantera: El Olivar - Trapiche</b> -Peso específico de masa 2.681 gr / cm <sup>3</sup> -Peso unitario suelto 1517 kg/m <sup>3</sup> -Peso unitario compactado 1796 kg/m <sup>3</sup> -Contenido de humedad 1.20 % -Absorción 1.14 % -Módulo de fineza 3.1 -Malla 200 4.07 %
D.-Agregado grueso :	<b>Cantera: Unicon - Trapiche</b> -Piedra, perfil angular -Tamaño Máximo Nominal 3/4" -peso unitario suelto 1426 kg/m <sup>3</sup> -peso unitario compactado 1549 kg/m <sup>3</sup> -peso específico de masa 2.754 gr/cm <sup>3</sup> -absorción 0.80 %
<p>FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV, Laboratorio de Ensayos de Materiales COORDINADOR</p>	
<p>Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe</p>	





"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

- Módulo de fineza	6.67
-contenido de humedad	0.75 %
-Malla 200	0.97 %

SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia seca, a la que corresponde un asentamiento de 4".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 197.5 lt/m<sup>3</sup>.

RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.45

FACTOR CEMENTO

F.C.:  $197.5 / 0.45 = 439 \text{ kg/m}^3 = 10.3 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS x m<sup>3</sup>:

Cemento.....	439 kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	197.5 lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	965.8 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	790.2 kg/m <sup>3</sup>

PROPORCION EN PESO

$\frac{439}{439} : \frac{965.8}{439} : \frac{790.2}{439}$




1 : 2.2 : 1.8 / 19.2 lts / bolsa

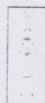
PROPORCION EN VOLUMEN:

1 : 2.18 : 1.90 / 19.2 lts / bolsa

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

8.1.6 Diseño de mezcla – fibra de acero 20 kg/m<sup>3</sup>.

 Universidad Nacional <b>Federico Villarreal</b>	Facultad de Ingeniería Civil 
<hr/> <p>"Año del Buen Servicio al Ciudadano" LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES</p> <hr/> <p><b>DISEÑO DE MEZCLA</b></p>	
<b>SOLICITA :</b>	<b>WILLIAMS URIBE DE LA CRUZ</b>
<b>PROYECTO:</b>	<b>INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO WIRAND® FF 1 EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO FC 280 KG/CM<sup>2</sup>, EN EL DISTRITO DE LIMA, 2017°.</b>
<b>FECHA :</b>	<b>06-01-2017</b>
 <b>ESPECIFICACIONES:</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACL.</li><li>- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.</li><li>- Uso de fibra de acero Wirand® FF 1, 20kg/m<sup>3</sup> en la mezcla.</li></ul>	
 <b>MATERIALES</b>	
A.-Cemento:	-Tipo I -Peso específico..... 3.12
B.-Agua:	-Potable, de la zona.
C.-Agregado fino :	<b>Cantera: El Olivar - Trapiche</b> -Peso específico de masa 2.681 gr / cm <sup>3</sup> -Peso unitario suelto 1517 kg/m <sup>3</sup> -Peso unitario compactado 1796 kg/m <sup>3</sup> -Contenido de humedad 1.20 % -Absorción 1.14 % -Módulo de fineza 3.1 -Malla 200 4.07 %
D.-Agregado grueso :	<b>Cantera: Unicon - Trapiche</b> -Piedra, perfil angular -Tamaño Máximo Nominal 3 /4" -peso unitario suelto 1426 kg/m <sup>3</sup> -peso unitario compactado 1549 kg/m <sup>3</sup>
 <b>COORDINADOR</b> FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV. Laboratorio de Ensayos de Materiales	
<hr/> <p>Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe</p>	



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

**LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES**

-peso específico de masa	2.754 gr/cm <sup>3</sup>
-absorción	0.8 %
- Módulo de fineza	6.67
-contenido de humedad	0.75 %
-Malla 200	0.97 %

E.- Fibra de acero Wirand® FF 1: - Densidad 8 gr/m<sup>3</sup>

**SELECCION DEL ASENTAMIENTO**

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia seca, a la que corresponde un asentamiento de 4".

**VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 197.3 lt/m<sup>3</sup>.

**RELACION AGUA - CEMENTO**

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.45

**FACTOR CEMENTO**

F.C.:  $197.3 / 0.45 = 438.2 \text{ kg/m}^3 = 10.3 \text{ bolsas / m}^3$

**VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS x m<sup>3</sup>:**

Cemento.....	438.2 kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	97.3 lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	954.1 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	788.8kg/m <sup>3</sup>
Fibra de acero Wirand® FF 1-	20 kg/ m <sup>3</sup>

**PROPORCION EN PESO**

$\frac{438.2}{438.2} : \frac{954.1}{438.2} : \frac{788.8}{438.2} : \frac{3.5}{438.2}$

1 : 2.2 : 1.8 : 0.008 / 19.2 lts/bolsa

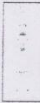

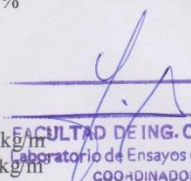
**PROPORCION EN VOLUMEN :**

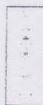
1 : 2.16 : 1.90 : 0.0015 / 19.2 lts /bolsa

  
**FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.**  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR



## 8.1.7 Diseño de mezcla – fibra de acero 25 kg/m<sup>3</sup>.

 <p>Universidad Nacional <b>Federico Villarreal</b></p>	<p>Facultad de Ingeniería Civil </p>
<p>"Año del Buen Servicio al Ciudadano" LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES</p>	
<p><b><u>DISEÑO DE MEZCLA</u></b></p>	
<b>SOLICITA :</b>	<b>WILLIAMS URIBE DE LA CRUZ</b>
<b>PROYECTO:</b>	<b>INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO WIRAND® FF 1 EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO FC 280 KG/CM<sup>2</sup>, EN EL DISTRITO DE LIMA, 2017°.</b>
<b>FECHA :</b>	<b>06-01-2017</b>
 <b>ESPECIFICACIONES:</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.</li><li>- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.</li><li>- Uso de fibra de acero Wirand® FF 1, 25 kg/m<sup>3</sup> en la mezcla.</li></ul>	
 <b>MATERIALES</b>	
A.-Cemento :	<ul style="list-style-type: none"><li>-Tipo I</li><li>-Peso específico ..... 3.12</li></ul>
B.-Agua :	<ul style="list-style-type: none"><li>-Potable, de la zona.</li></ul>
C.-Agregado fino :	<p><b>Cantera: El Olivar - Trapiche</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Peso específico de masa 2.681 gr / cm<sup>3</sup></li><li>-Peso unitario suelto 1517 kg/m<sup>3</sup></li><li>-Peso unitario compactado 1796 kg/m<sup>3</sup></li><li>-Contenido de humedad 1.20 %</li><li>-Absorción 1.14 %</li><li>-Módulo de fineza 3.1</li><li>-Malla 200 4.07 %</li></ul>
D.-Agregado grueso :	<p><b>Cantera: Unicon - Trapiche</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Piedra, perfil angular</li><li>-Tamaño Máximo Nominal 3 / 4"</li><li>-peso unitario suelto 1426 kg/m<sup>3</sup></li><li>-peso unitario compactado 1549 kg/m<sup>3</sup></li></ul>
<p> <b>FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.</b> <b>Laboratorio de Ensayos de Materiales</b> <b>COORDINADOR</b></p>	
<hr/> <p>Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima Central -Teléfono 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe</p>	



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

**LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES**

-peso específico de masa	2.754 gr/cm <sup>3</sup>
-absorción	0.8 %
- Módulo de fineza	6.67
-contenido de humedad	0.75 %
-Malla 200	0.97 %

E.- Fibra de acero Wirand FF 1: - Densidad 8 gr/m<sup>3</sup>

**SELECCION DEL ASENTAMIENTO**

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia seca, a la que corresponde un asentamiento de 3 1/2".

**VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3 1/2", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 196.8 lt/m<sup>3</sup>.

**RELACION AGUA - CEMENTO**

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.45

**FACTOR CEMENTO**

$$F.C. : 196.8 / 0.45 = 437.3 \text{ kg/m}^3 = 10.3 \text{ bolsas / m}^3$$

**VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS x m<sup>3</sup>:**

Cemento.....	437.3 kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	196.8 lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	962.1 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	787.2 kg/m <sup>3</sup>
Fibra de acero Wirand FF 1....	25 kg/ m <sup>3</sup>

**PROPORCION EN PESO**

$$\frac{437.3}{437.3} : \frac{962.1}{437.3} : \frac{787.2}{437.3} : \frac{6.6}{437.3}$$

$$1 : 2.20 : 1.80 : 0.015 / 19.1 \text{ lts / bolsa}$$



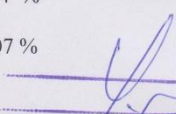
**PROPORCION EN VOLUMEN :**

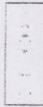
$$1 : 2.17 : 1.89 : 0.0291 / 19.1 \text{ lts / bolsa}$$

  
**FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.**  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR



## 8.1.8 Diseño de mezcla – fibra de acero 35 kg/m<sup>3</sup>.

 <p>Universidad Nacional <b>Federico Villarreal</b></p>	<p>Facultad de Ingeniería Civil</p> 
<p>"Año del Buen Servicio al Ciudadano" LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES</p>	
<p><b><u>DISEÑO DE MEZCLA</u></b></p>	
<b>SOLICITA :</b>	<b>WILLIAMS URIBE DE LA CRUZ</b>
<b>PROYECTO:</b>	<b>INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO WIRAND® FF 1 EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO FC 280 KG/CM<sup>2</sup>, EN EL DISTRITO DE LIMA, 2017°.</b>
<b>FECHA :</b>	<b>06-01-2017</b>
 <b>ESPECIFICACIONES:</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.</li><li>- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.</li><li>- Uso de fibra de acero Wirand® FF 1, 35 kg/m<sup>3</sup> en la mezcla.</li></ul>	
 <b>MATERIALES</b>	
A.-Cemento :	-Tipo I -Peso específico ..... 3.12
B.-Agua :	-Potable, de la zona.
C.-Agregado fino :	<b>Cantera: El Olivar - Trapiche</b> -Peso específico de masa 2.681 gr / cm <sup>3</sup> -Peso unitario suelto 1517 kg/m <sup>3</sup> -Peso unitario compactado 1796 kg/m <sup>3</sup> -Contenido de humedad 1.20 % -Absorción 1.14 % -Módulo de fineza 3.1 -Malla 200 4.07 %
D.-Agregado grueso :	<b>Cantera: Unicon - Trapiche</b> -Piedra, perfil angular -Tamaño Máximo Nominal 3/4" -peso unitario suelto 1426 kg/m <sup>3</sup> -peso unitario compactado 1549 kg/m <sup>3</sup>
 <b>FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.</b> <b>Laboratorio de Ensayos de Materiales</b> <b>COORDINADOR</b>	
<hr/> <p>Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe</p>	



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

-peso específico de masa	2.754 gr/cm <sup>3</sup>
-absorción	0.8 %
- Módulo de fineza	6.67
-contenido de humedad	0.75 %
-Malla 200	0.97 %

E.- Fibra de acero Wirand FF 1: - Densidad 8 gr/m<sup>3</sup>

SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia seca, a la que corresponde un asentamiento de 3".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 197.1 lt/m<sup>3</sup>.

RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.45

FACTOR CEMENTO

$$F.C. : 197.1 / 0.45 = 437.8 \text{ kg/m}^3 = 10.3 \text{ bolsas / m}^3$$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS x m<sup>3</sup>:

cemento.....	437.8 kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	197.1 lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	963.2 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	788.1 kg/m <sup>3</sup>
Fibra de acero Wirand FF 1.....	35 kg/ m <sup>3</sup>

PROPORCION EN PESO

$$\frac{437.8}{437.8} : \frac{963.2}{437.8} : \frac{788.1}{437.8} : \frac{8.76}{437.8}$$


$$1 : 2.20 : 1.80 : 0.02 / 19.1 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCION EN VOLUMEN :

$$1 : 2.18 : 1.90 : 0.0387 / 19.1 \text{ lts / bolsa}$$


  
**FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.**  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR

8.1.9 Ensayo de resistencia a la compresión - patrón.



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



---

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

SOLICITA : WILLIAMS URIBE DE LA CRUZ  
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO WIRAND® FF 1 EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO FC 280 KG/CM², EN EL DISTRITO DE LIMA, 2017°.  
 FECHA : 02/02/2017  
 INFORME : 005 - LEM 2017

TESTIGO		SLUMP	FECHA		EDAD	F'C	Promedio F'C
N°	ELEMENTO	Pulg.	MOLDEO	ROTURA	DÍAS	KG/CM²	KG/CM²
01	PATRÓN	4	05/01/2017	12/01/2017	7	267	269.5
02	PATRÓN	4	05/01/2017	12/01/2017	7	272	
03	PATRÓN	4	05/01/2017	19/01/2017	14	306	320.5
04	PATRÓN	4	05/01/2017	19/01/2017	14	335	
05	PATRÓN	4	05/01/2017	02/02/2017	28	366	369
06	PATRÓN	4	05/01/2017	02/02/2017	28	372	

OPERADOR: TEC. FREDY VILLANUEVA OSORIO



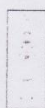
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

---

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
 Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



## 8.1.10 Ensayo de resistencia a la compresión – fibra 20 kg/m<sup>3</sup>.



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"


LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : WILLIAMS URIBE DE LA CRUZ  
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO WIRAND® FF 1 EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO FC 280 KG/CM<sup>2</sup>, EN EL DISTRITO DE LIMA, 2017.  
 FECHA : 02/02/2017  
 INFORME : 006 - LEM 2017

TESTIGO		SLUMP	FECHA		EDAD	F'C	Promedio F'C
N°	ELEMENTO	Pulg.	MOLDEO	ROTURA	DÍAS	KG/CM <sup>2</sup>	KG/CM <sup>2</sup>
01	20 KG/M <sup>3</sup>	4	05/01/2017	12/01/2017	7	241	242
02	20 KG/M <sup>3</sup>	4	05/01/2017	12/01/2017	7	243	
03	20 KG/M <sup>3</sup>	4	05/01/2017	19/01/2017	14	331	334
04	20 KG/M <sup>3</sup>	4	05/01/2017	19/01/2017	14	337	
05	20 KG/M <sup>3</sup>	4	05/01/2017	02/02/2017	28	348	350
06	20 KG/M <sup>3</sup>	4	05/01/2017	02/02/2017	28	352	

OPERADOR: TEC. FREDY VILLANUEVA OSORIO

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
 Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

8.1.11 Ensayo de resistencia a la compresión - fibra 25 kg/m<sup>3</sup>.



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

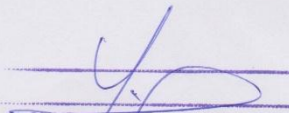
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

SOLICITA : WILLIAMS URIBE DE LA CRUZ  
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO WIRAND® FF 1 EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO FC 280 KG/CM<sup>2</sup>, EN EL DISTRITO DE LIMA, 2017°. FECHA : 02/02/2017  
 INFORME : 007 - LEM 2017

TESTIGO		SLUMP	FECHA		EDAD	F'C	Promedio F'C
N°	ELEMENTO	Pulg.	MOLDEO	ROTURA	DÍAS	KG/CM <sup>2</sup>	KG/CM <sup>2</sup>
01	25 KG/M <sup>3</sup>	3.5	05/01/2017	12/01/2017	7	303	301.5
02	25 KG/M <sup>3</sup>	3.5	05/01/2017	12/01/2017	7	300	
03	25 KG/M <sup>3</sup>	3.5	05/01/2017	19/01/2017	14	356	349
04	25 KG/M <sup>3</sup>	3.5	05/01/2017	19/01/2017	14	342	
05	25 KG/M <sup>3</sup>	3.5	05/01/2017	02/02/2017	28	383	381
06	25 KG/M <sup>3</sup>	3.5	05/01/2017	02/02/2017	28	379	

OPERADOR: TEC. FREDY VILLANUEVA OSORIO

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
 Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

8.1.12 Ensayo de resistencia a la compresión - fibra 35 kg/m<sup>3</sup>.



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

SOLICITA : WILLIAMS URIBE DE LA CRUZ  
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO WIRAND® FF 1 EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO FC 280 KG/CM<sup>2</sup>, EN EL DISTRITO DE LIMA, 2017°.  
 FECHA : 03/02/2017  
 INFORME : 008 - LEM 2017

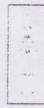
TESTIGO		SLUMP	FECHA		EDAD	F'C	Promedio F'C
N°	ELEMENTO	Pulg.	MOLDEO	ROTURA	DÍAS	KG/CM <sup>2</sup>	KG/CM <sup>2</sup>
01	35 KG/M <sup>3</sup>	3	06/01/2017	13/01/2017	7	300	298.5
02	35 KG/M <sup>3</sup>	3	06/01/2017	13/01/2017	7	297	
03	35 KG/M <sup>3</sup>	3	06/01/2017	20/01/2017	14	382	386.5
04	35 KG/M <sup>3</sup>	3	06/01/2017	20/01/2017	14	391	
05	35 KG/M <sup>3</sup>	3	06/01/2017	03/02/2017	28	414	412
06	35 KG/M <sup>3</sup>	3	06/01/2017	03/02/2017	28	410	

OPERADOR: TEC. FREDY VILLANUEVA OSORIO

*[Firma]*  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR



8.1.13 Ensayo de resistencia a la tracción (compresión diametral)-patrón.



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN**

INFORME : 09 - LMS 2017  
 SOLICITA : WILLIAMS URIBE DE LA CRUZ  
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO WIRAND® FF 1 EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO FC 280 KG/CM<sup>2</sup>, EN EL DISTRITO DE LIMA, 2017°.  
 FECHA : 6/02/2017

IDENTIFICACIÓN		SLUMP	FECHA		DIAMETRO	LINGITUD	PESO	CARGA	ESFUERZO A LA TRACCIÓN	PROMEDIO DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN
N°	ELEMENTO	Pulg.	MOLDEO	ROTURA	(CM)	(CM)	(GR)	(KG)	(KG/CM <sup>2</sup> )	(KG/CM <sup>2</sup> )
01	PATRÓN	4	05/01/2017	20/02/2017	16.3	16.3	47.1	4179	50	47.5
02	PATRÓN	4	05/01/2017	20/02/2017	16.3	16.3	47.1	3874	45	

ESPECIFICACIONES: Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 496 / NTP 339.084

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
 Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

8.1.14 Ensayo de Resistencia a la Tracción (compresión diametral)  
Fibra 20, 25 y 35 kg/m<sup>3</sup>.



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN**

**INFORME** : 10 - LMS 2017  
**SOLICITA** : WILLIAMS URIBE DE LA CRUZ  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO WIRAND® FF 1 EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO FC 280 KG/CM<sup>2</sup>, EN EL DISTRITO DE LIMA, 2017°.  
**FECHA** : 6/02/2017

IDENTIFICACIÓN		SLUMP	FECHA		ANCHO	ALTURA	LUZ LIBRE	CARGA	MODULO DE TORURA	PROMEDIO DE MODULO
N°	ELEMENTO	Pulg.	MOLDEO	ROTURA	(CM)	(CM)	(CM)	(KG)	(KG/CM <sup>2</sup> )	(KG/CM <sup>2</sup> )
01	FIBRA 20 KG/M <sup>3</sup>	4	05/01/2017	20/02/2017	16.3	16.3	47.1	4587	58	55
02	FIBRA 20 KG/M <sup>3</sup>	4	05/01/2017	20/02/2017	16.3	16.3	47.1	4179	52	
01	FIBRA 25 KG/M <sup>3</sup>	3.5	05/01/2017	20/02/2017	16.3	16.3	47.1	4587	50	57
02	FIBRA 25 KG/M <sup>3</sup>	3.5	05/01/2017	20/02/2017	16.3	16.3	47.1	5199	64	
01	FIBRA 35 KG/M <sup>3</sup>	3	05/01/2017	20/02/2017	16.3	16.3	47.1	5810	71	69
02	FIBRA 35 KG/M <sup>3</sup>	3	05/01/2017	20/02/2017	16.3	16.3	47.1	5301	67	

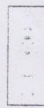
**ESPECIFICACIONES:** Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 496 / NTP 339.084

*[Firma]*  
**FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.**  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
 Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



### 8.1.15 Ensayo de resistencia a la flexión - patrón.



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

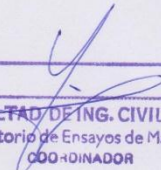
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

INFORME : 11 - LMS 2017  
SOLICITA : WILLIAMS URIBE DE LA CRUZ  
PROYECTO : INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO WIRAND® FF 1 EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO FC 280 KG/CM<sup>2</sup>, EN EL DISTRITO DE LIMA, 2017°.  
FECHA : 2/02/2017

IDENTIFICACIÓN		SLUMP	FECHA		ANCHO	ALTURA	LUZ LIBRE	CARGA	MODULO DE TORURA	PROMEDIO DE MODULO DE ROTURA
N°	ELEMENTO	Pulg.	MOLDEO	ROTURA	(CM)	(CM)	(CM)	(KG)	(KG/CM <sup>2</sup> )	(KG/CM <sup>2</sup> )
01	PATRÓN	4	05/01/2017	20/02/2017	16.3	16.3	47.1	4179	50	
02	PATRÓN	4	05/01/2017	20/02/2017	16.3	16.3	47.1	3874	45	47.5

ESPECIFICACIONES: Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 78 / NTP 339.078

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

8.1.16 Ensayo de resistencia a la flexión - fibra 20, 25 y 35 kg/m<sup>3</sup>.



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

INFORME : 12 - LMS 2017  
 SOLICITA : WILLIAMS URIBE DE LA CRUZ  
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO WIRAND® FF 1 EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO FC 280 KG/CM<sup>2</sup>, EN EL DISTRITO DE LIMA, 2017°.  
 FECHA : 3/02/2017

IDENTIFICACIÓN		SLUMP	FECHA		ANCHO	ALTURA	LUZ LIBRE	CARGA	MODULO DE TORURA	PROMEDIO DE MODULO
N°	ELEMENTO	Pulg.	MOLDEO	ROTURA	(CM)	(CM)	(CM)	(KG)	(KG/CM <sup>2</sup> )	(KG/CM <sup>2</sup> )
01	FIBRA 20 KG/M <sup>3</sup>	4	05/01/2017	20/02/2017	16.3	16.3	47.1	4587	58	55
02	FIBRA 20 KG/M <sup>3</sup>	4	05/01/2017	20/02/2017	16.3	16.3	47.1	4179	52	
01	FIBRA 25 KG/M <sup>3</sup>	3.5	05/01/2017	20/02/2017	16.3	16.3	47.1	4587	50	57
02	FIBRA 25 KG/M <sup>3</sup>	3.5	05/01/2017	20/02/2017	16.3	16.3	47.1	5199	64	
01	FIBRA 35 KG/M <sup>3</sup>	3	05/01/2017	20/02/2017	16.3	16.3	47.1	5810	71	69
02	FIBRA 35 KG/M <sup>3</sup>	3	05/01/2017	20/02/2017	16.3	16.3	47.1	5301	67	

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 78 / NTP 339.078

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
 Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe


## 8.2 Validación de instrumentos.

### 8.2.1 Experto # 1.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PROYECTO		INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO WIRAND * FF1, EN LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO F'C 280 KG/CM <sup>2</sup> , EN EL DISTRITO DE LIMA, 2017				
Autor		WILLIAMS URIBE DE LA CRUZ				
Ubicación de la investigación						
DISTRITO	LIMA	FECHA		JUNIO		
DEPARTAMENTO	LIMA					
DISTRITO	COMAS					
Validación de los instrumentos de medición		Validez- Rango				
		Validez Nula 0.53 a menos	Validez Baja 0.54 a 0.59	Valida 0.60 a 0.65	Muy Valida 0.66 a 0.71	Excelente Validez 0.72 a 0.99
FIBRAS DE ACERO	D1	CLASIFICACIÓN				0.80
		- Función del material base. - forma transversal - Relación de aspecto				
	D2	TIPOS				0.85
		- Tipo I - Tipo II - Tipos III y IV				
	D3	CARACTERISTICAS				0.80
		- Geométricas - Físicas - Mecánicas				
CARACTERISTICAS FÍSICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO	D1	COMPOSICIÓN DEL CONCRETO				0.90
		- Cemento - Agregados - Agua y Adicionantes				
	D2	ESTADO FRESCO				0.82
		- Consistencia - Segregación - Exudación				
	D3	ESTADO ENDURECIDO				0.95
		- Resistencia a la compresión - Resistencia a la tensión - Resistencia a la flexión				
TOTAL						0.85

  
 Carlos Manuel Segura Pérez  
 INGENIERO CIVIL  
 Firma del Experto, C/P 32385

NOMBRE : Carlos M. Segura Pérez  
 DNI. : 08800684  
 CIP. : 32385  
 TLF. : 997179759



8.2.2 Experto # 2.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PROYECTO	INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO WIRAND ® FF1, EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 280 KG/CM², EN EL DISTRITO DE LIMA, 2017						
Autor	WILLIAMS URIBE DE LA CRUZ						
Ubicación de la investigación							
DISTRITO	LIMA	FECHA	JUNIO				
DEPARTAMENTO	LIMA						
DISTRITO	COMAS						
Validación de los instrumentos de medición		Validez- Rango					
		Validez Nula 0.53 a menos	Validez Baja 0.54 a 0.59	Valida 0.60 a 0.65	Muy Valida 0.66 a 0.71	Excelente Validez 0.72 a 0.99	Validez Perfecta 1
FIBRAS DE ACERO	D1	CLASIFICACIÓN				0,75	
		- Funcion del material base. - forma transversal - Relación de aspecto					
	D2	TIPOS				0,78	
		- Tipo I - Tipo II - Tipos III y IV					
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO	D3	CARACTERÍSTICAS			0,70		
		- Geométricas - Físicas - Mecánicas					
	D1	COMPOSICIÓN DEL CONCRETO				0,72	
		- Cemento - Agregados - Agua y Adicionantes					
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO	D2	ESTADO FRESCO			0,69		
		- Consistencia - Segregación - Exudación					
	D3	ESTADO ENDURECIDO				0,70	
		- Resistencia a la compresión - Resistencia a la tensión - Resistencia a la flexión					
TOTAL		0,72					

  
Firma del Experto.

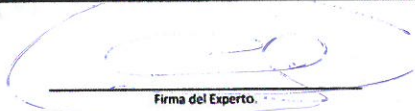
NOMBRE : Rafael Gustavo Nasca Martínez  
 DNI : 09216427  
 CIP : 118299  
 TLF : 932338626

8.2.3 Experto # 3.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PROYECTO	INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO WIRAND ® FF1, EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 280 KG/CM², EN EL DISTRITO DE LIMA, 2017							
Autor	WILLIAMS URIBE DE LA CRUZ							
Ubicación de la investigación								
DISTRITO	LIMA		FECHA	JUNIO				
DEPARTAMENTO	LIMA							
DISTRITO	COMAS							
Validación de los instrumentos de medición			Validez-Rango					
			Validez Nula 0.53 a menos	Validez Baja 0.54 a 0.59	Valida 0.60 a 0.65	Muy Valida 0.66 a 0.71	Excelente Validez 0.72 a 0.99	Validez Perfecta 1
FIBRAS DE ACERO	D1	CLASIFICACIÓN			0,65			
		- Función del material base. - Forma transversal - Relación de aspecto						
	D2	TIPOS				0,75		
		- Tipo I - Tipo II - Tipos III y IV						
	D3	CARACTERÍSTICAS				0,72		
		- Geométricas - Físicas - Mecánicas						
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO	D1	COMPOSICIÓN DEL CONCRETO				0,85		
		- Cemento - Agregados - Agua y Adicionantes						
	D2	ESTADO FRESCO			0,66			
		- Consistencia - Segregación - Exudación						
	D3	ESTADO ENDURECIDO				0,80		
		- Resistencia a la compresión - Resistencia a la tensión - Resistencia a la flexión						
TOTAL						0,74		

  
 Firma del Experto.

NOMBRE : Jim. César Consuepe Sotillo  
 DNI. : 41735366  
 CIP. : 136600  
 TLF. : 972237454

## 8.2.4 Resumen de validación de expertos.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PROYECTO	INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO WIRAND * FF1, EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 280 KG/CM <sup>2</sup> , EN EL DISTRITO DE LIMA, 2017				
Autor	WILLIAMS URIBE DE LA CRUZ				
Ubicación de la investigación					
DISTRITO	LIMA	FECHA	JUNIO		
DEPARTAMENTO	LIMA				
DISTRITO	COMAS				
Resumen de la Validación de los instrumentos de medición		Validez- Rango			
		1ER EXPERTO	2DO EXPERTO	3ER EXPERTO	
FIBRAS DE ACERO	D1	CLASIFICACIÓN	0,65	0,80	0,72
		- Funcion del material base. - forma transversal - Relación de aspecto			
	D2	TIPOS	0,75	0,85	0,78
		- Tipo I - Tipo II - Tipos III y IV			
	D3	CARACTERÍSTICAS	0,72	0,80	0,70
		- Geométricas - Físicas - Mecánicas			
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO	D1	COMPOSICIÓN DEL CONCRETO	0,85	0,90	0,72
		- Cemento - Agregados - Agua y Adicionantes			
	D2	ESTADO FRESCO	0,66	0,82	0,69
		- Consistencia - Segregación - Exudación			
	D3	ESTADO ENDURECIDO	0,80	0,95	0,70
		- Resistencia a la compresión - Resistencia a la tensión - Resistencia a la flexión			
RESUMEN TOTAL			0,74	0,85	0,72

  
Firma del Autor.



8.3 Reporte de ensayo de probetas

8.3.1 Ensayo de probetas cilíndricas

REGISTRO DE ENSAYOS REALIZADO A PROBETAS CILINDRICAS

Resistencia :		DIMENSIONES DE LA PROBETA	RELACIÓN	ESFUERZO ULTIMO	ESFUERZO PROMEDIO	PORCENTAJE DE RESISTENCIA		
DIAS DE CURADO Y ROTURA	DOSIFICACIÓN DE LAS FIBRAS						A/C	LARGO
7	SIN FIBRA							
	20 KG/M <sup>3</sup>							
	25 KG/M <sup>3</sup>							
	35 KG/M <sup>3</sup>							
14	SIN FIBRA							
	20 KG/M <sup>3</sup>							
	25 KG/M <sup>3</sup>							
	35 KG/M <sup>3</sup>							
28	SIN FIBRA							
	20 KG/M <sup>3</sup>							
	25 KG/M <sup>3</sup>							
	35 KG/M <sup>3</sup>							

Observaciones de validador: .....

15 de Enero .....del 2017

*[Firma]*  
 Carlos Manuel Segura Pérez  
 INGENIERO CIVIL  
 REGISTRO QIP 32385

Firma del validador

Fuente : Elaboración Propia.

### 8.3.2 Ensayo de probetas prismáticas

REGISTRO DE ENSAYOS REALIZADO A PROBETAS RECTANGULARES

Resistencia :		DIAS DE CURADO Y ROTURA	DOSIFICACIÓN DE LAS FIBRAS	RELACIÓN A/C	DIMENSIONES DE LA PROBETA			ESFUERZO ULTIMO KG/CM <sup>2</sup>	ESFUERZO PROMEDIO KG/CM <sup>2</sup>	PORCENTAJE DE RESISTENCIA
					LARGO	ANCHO	ALTURA			
7	SIN FIBRA									
	20 KG/M <sup>3</sup>									
	25 KG/M <sup>3</sup>									
	35 KG/M <sup>3</sup>									
14	SIN FIBRA									
	20 KG/M <sup>3</sup>									
	25 KG/M <sup>3</sup>									
	35 KG/M <sup>3</sup>									
28	SIN FIBRA									
	20 KG/M <sup>3</sup>									
	25 KG/M <sup>3</sup>									
	35 KG/M <sup>3</sup>									

Observaciones de validador: .....

15 de Junio del 2017

Carlos Manuel Segura Pérez  
INGENIERO CIVIL  
REGISTRO C.I.P. 32385

Firma del validador

Fuente : Elaboración Propia.





## 8.5 Registro fotográfico



Concreto endurecido sin fibra metálica.



Concreto endurecido con fibra metálica.

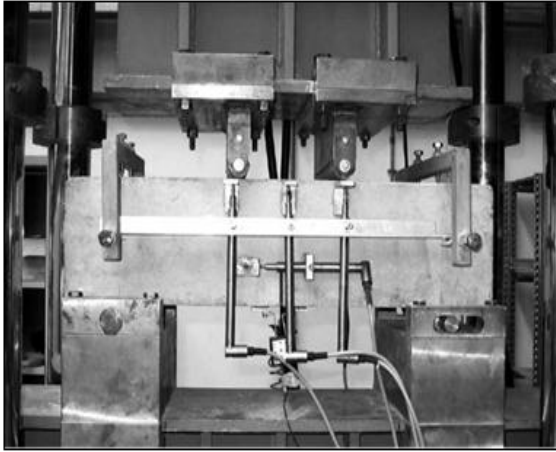


Vaciado de concreto con armadura metálica.



Vaciado de concreto con fibra metálica.





Máquina ensayo a la flexión.



Máquina de ensayo a la compresión.



Preparación del diseño de mezcla en el laboratorio de la UNFV



Preparación de probetas en cilindros y vigas normadas en el laboratorio de la UNFV

## 8.6 Ficha técnica



Actualización: Agosto 2004

*Maccaferri de Perú se reserva el derecho de corregir especificaciones de los productos sin notificar, por lo que los diseñadores deberán revisar y validar las especificaciones que están usando.*

### DATOS TÉCNICOS

## Fibras Wirand FF1

#### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.

Las fibras metálicas ofrecen muchos beneficios al concreto. Reforzar el concreto con fibras metálicas ofrece a los constructores la posibilidad de eliminar el habilitado y la colocación de mallas o varillas; las fibras metálicas se incorporan directamente al concreto, cómo si se tratara de un agregado o aditivo más.

Algunos beneficios que obtenemos con la adición de fibras al concreto son:

- Ductilidad
- Resistencia a la fatiga
- Resistencia al corte
- Resistencia al impacto

Las fibras metálicas mejoran considerablemente el comportamiento dúctil (flexural toughness) del concreto, es decir; la capacidad de redistribuir esfuerzos en la masa. Esta absorción de energía prácticamente ofrece una mayor capacidad de carga al concreto, por lo que en muchos casos el incorporar fibras metálicas permite disminuir el espesor de los pisos de concreto.

Gracias a la redistribución de esfuerzos en la masa de concreto que se logra con la incorporación de fibras metálicas, se observa un incremento significativo a la resistencia a la fatiga. El concreto reforzado con fibras metálicas asegura resistencia a un mayor número de repeticiones de carga, de 1.2 a 2 veces más de las que el concreto simple soporta.

Las fibras metálicas brindan resistencia al corte, que es primordial en la construcción de pisos, tanto de uso industrial como comercial.

