

FACULTAD

DE



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN QUE ALCANZA EL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO CON RESPECTO AL CONCRETO TRADICIONAL PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, 2016”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil.

Autores:

Manuel Edgar Cusquisiván Chilón

Jean Pier Sáenz Correa

Asesor:

Ing. Cubas Becerra, Alejandro

Cajamarca – Perú

2016-0

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por los Bachiller **Manuel Edgar Cusquisiván Chilón** y **Jean Pier Sáenz Correa**, denominada:

**“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN QUE ALCANZA EL
CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO CON RESPECTO AL
CONCRETO TRADICIONAL PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, 2016.”**

Ing. Cubas Becerra, Alejandro
ASESOR

Dr. Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
PRESIDENTE

Ing. Alva Sarmiento, Anita
SECRETARIO

Ing. Mejía Díaz, Iván.
VOCAL

DEDICATORIA

A DIOS por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme llenado de fe, esperanza y sabiduría para lograr mis objetivos.

A MIS PADRES Rómulo Cusquisiván y Manuela Chilón por haberme dado su amor incondicional, por brindarme su apoyo, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me han permitido ser una persona de bien, y tenerme paciencia a lo largo de toda mi carrera profesional.

A MI ESPOSA Jemina Quispe, por apoyarme en cada decisión que tomé y por el amor incondicional que me tiene.

A MI HIJO Thiago Cusquisiván, por darme alegría y fuerza necesaria para poder seguir adelante con mi carrera profesional.

A ustedes les debo todo lo que he logrado.

Cusquisiván Chilón, Manuel Edgar.

A DIOS por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme llenado de fe, esperanza y sabiduría para lograr mis objetivos.

A MIS PADRES Wilson Enrique y Anabel Madeleyne por haberme dado su amor incondicional, por brindarme su apoyo, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me han permitido ser una persona de bien, y tenerme paciencia a lo largo de toda mi carrera profesional.

A MI ESPOSA Cintya Guadalupe, por apoyarme en cada decisión que tomé y por el amor incondicional que me tiene.

A MIS HIJOS Piero Alessandro y Avril Jecilé, por darme alegría y fuerza necesaria para poder seguir adelante con mi carrera profesional.

A ustedes les debo todo lo que he logrado.

Sáenz Correa, Jean Pier.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a DIOS por darnos la vida y nos guardarme en todo momento, por brindarnos la sabiduría y perseverancia para mantenernos firme a lo largo del trayecto y permitirnos alcanzar esta meta.

A la UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, por permitirnos usar su laboratorio para la realización de muestras a ensayar, por ayudarnos a crecer intelectualmente y moldearnos como profesionales con una verdadera visión y ser personas de bien.

AL DIRECTOR DE CARRERA Ing. Orlando Aguilar Aliaga por el tiempo, apoyo y orientación que nos brindó durante el desarrollo de esta investigación.

AL Ing. Alejandro Cubas Becerra, quien nos compartió sus conocimientos y criterios contribuyendo al desarrollo de los diferentes ensayos y teorías, además por confiar en este proyecto de investigación y ser nuestro guía durante este proceso de aprendizaje y fundamentalmente por haber aportado para nuestro crecimiento y desarrollo profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE DE CONTENIDOS	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE GRÁFICOS	10
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	12
ABSTRACT	14
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. Realidad problemática	16
1.2. Formulación del problema.....	17
1.3. Justificación.....	17
1.4. Limitaciones	18
1.5. Objetivos	18
1.5.1. <i>Objetivo General</i>	18
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i>	18
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Antecedentes	19
2.2. Bases Teóricas	20
2.2.1. <i>Definición del concreto</i>	21
2.2.2. <i>Componentes del concreto</i>	21
2.2.3. <i>Propiedades del concreto</i>	22
2.2.3.1. <i>Concreto fresco concepto general</i>	22
2.2.3.2. <i>Concreto Endurecido:</i>	25
2.2.4. <i>Fisura del concreto</i>	27
2.2.4.1. <i>Concepto</i>	27
2.2.5. <i>Fibras de acero</i>	28
2.2.5.1. <i>Concepto</i>	28
2.2.5.2. <i>Tipos de fibras de acero</i>	28
2.2.5.3. <i>Aplicación de las fibras de acero</i>	29
2.2.5.4. <i>Aporte de la fibra de acero al concreto</i>	30
2.2.6. <i>Ensayos que determinan las propiedades de los pavimentos</i>	30
2.3. Definición de términos básicos	33
CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS.....	36
3.1. Formulación de la hipótesis	36
3.2. Operacionalización de variables	36

CAPÍTULO 4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
4.1. Tipo de diseño de investigación.....	37
4.2. Material de estudio.....	37
4.2.1. <i>Unidad de estudio</i>	37
4.2.2. <i>Población</i>	37
4.2.3. <i>Muestra</i>	38
4.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos.....	38
4.3.1. <i>Para recolectar datos</i>	38
4.3.2. <i>Para analizar información</i>	47
CAPÍTULO 5. RESULTADOS.....	48
CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN.....	93
CONCLUSIONES.....	97
RECOMENDACIONES.....	99
REFERENCIAS.....	100
ANEXOS.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Operacionalización de la variable independiente.....	44
Tabla N° 2: Resultados del análisis granulométrico de agregado grueso.....	48
Tabla N° 3: Otros ensayos realizados al agregado grueso.	49
Tabla N° 4: Resultados del análisis granulométrico de agregado fino.....	49
Tabla N° 5: Otros ensayos realizados al agregado fino.....	50
Tabla N° 6: Cantidad de materiales para el diseño de mezclas patrón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$..	51
Tabla N° 7: Cantidad de materiales para el diseño de mezclas patrón adicionado 0.8 % de fibras de acero del peso del concreto.	51
Tabla N° 8: Cantidad de materiales para el diseño de mezclas patrón adicionado 1.0 % de fibras de acero del peso del concreto.	52
Tabla N° 9: Cantidad de materiales para el diseño de mezclas patrón adicionado 1.2 % de fibras de acero del peso del concreto.	52
Tabla N° 10: Cantidad de materiales para el diseño de mezclas patrón $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$	52
Tabla N° 11: Cantidad de materiales para el diseño de mezclas patrón adicionado 0.8 % de fibras de acero del peso del concreto.....	53
Tabla N° 12: Cantidad de materiales para el diseño de mezclas patrón adicionado 1.0 % de fibras de acero del peso del concreto.....	53
Tabla N° 13: Cantidad de materiales para el diseño de mezclas patrón adicionado 1.2 % de fibras de acero del peso del concreto.....	53
Tabla N° 14: Resultado en los ensayos del concreto fresco, diseño de mezcla patrón	54
Tabla N° 15: Resultado en los ensayos del concreto fresco, con adición de 0.8% de fibras de acero.....	54
Tabla N° 16: Resultado en los ensayos del concreto fresco, con adición de 1.0% de fibras de acero.....	54

Tabla N° 17: Resultado en los ensayos del concreto fresco, con adición de 1.2% de fibras de acero.....	54
Tabla N° 18: Resultado en los ensayos del concreto fresco, diseño de mezcla patrón. ...	55
Tabla N° 19: Resultado en los ensayos del concreto fresco, con adición de 0.8% de fibras de acero.....	55
Tabla N° 20: Resultado en los ensayos del concreto fresco, con adición de 1.0% de fibras de acero.....	55
Tabla N° 21: Resultado en los ensayos del concreto fresco, con adición de 1.2% de fibras de acero.....	55
Tabla N° 22: Datos obtenidos de las 03 muestras de diseño de mezclas patrón.	56
Tabla N° 23: Datos obtenidos de las 03 muestras con 0.8% de fibras de acero.....	57
Tabla N° 24: Datos obtenidos de las 03 muestras con 1.0% de fibras de acero.....	58
Tabla N° 25: Datos obtenidos de las 03 muestras con 1.2% de fibras de acero.....	59
Tabla N° 26: Datos obtenidos de las 03 muestras de diseño de mezclas patrón.	62
Tabla N° 27: Datos obtenidos de las 03 muestras con 0.8% de fibras de acero.....	63
Tabla N° 28: Datos obtenidos de las 03 muestras con 1.0% de fibras de acero.....	64
Tabla N° 29: Datos obtenidos de las 03 muestras con 1.2% de fibras de acero.....	65
Tabla N° 30: Datos obtenidos de las 03 muestras de diseño de mezclas patrón.	70
Tabla N° 31: Datos obtenidos de las 03 muestras con 0.8% de fibras de acero.....	72
Tabla N° 32: Datos obtenidos de las 03 muestras con 1.0% de fibras de acero.....	74
Tabla N° 33: Datos obtenidos de las 03 muestras con 1.2% de fibras de acero.....	76
Tabla N° 34: Datos obtenidos de las 03 muestras de diseño de mezclas patrón.	79
Tabla N° 35: Datos obtenidos de las 03 muestras con 0.8% de fibras de acero.....	81
Tabla N° 36: Datos obtenidos de las 03 muestras con 1.0% de fibras de acero.....	83
Tabla N° 37: Datos obtenidos de las 03 muestras con 1.2% de fibras de acero.....	85
Tabla N° 38: Requisitos granulométricos del agregado grueso.....	105
Tabla N° 39: Especificaciones del diseño.	107

Tabla N° 40: Características del agregado grueso.....	107
Tabla N° 41: Características del agregado fino.....	107
Tabla N° 42: Resistencia a la compresión promedio.....	108
Tabla N° 43: Resistencia a la compresión promedio.....	108
Tabla N° 44: Resistencia a la compresión promedio.....	109
Tabla N° 45: Diseño de concreto más 0.8% de fibras de acero.	111
Tabla N° 46: Diseño de concreto más 1.0% de fibras de acero.	111
Tabla N° 47: Diseño de concreto más 1.2% de fibras de acero.	111
Tabla N° 48: Especificaciones del diseño.	112
Tabla N° 49: Características del agregado grueso.....	112
Tabla N° 50: Características del agregado fino.....	112
Tabla N° 51: Resistencia a la compresión promedio.....	113
Tabla N° 52: Resistencia a la compresión promedio.....	113
Tabla N° 53: Resistencia a la compresión promedio.....	114
Tabla N° 54: Diseño de concreto más 0.8% de fibras de acero.	116
Tabla N° 55: Diseño de concreto más 1.0% de fibras de acero.	116
Tabla N° 56: Diseño de concreto más 1.2% de fibras de acero.	116

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Curva granulométrica del agregado grueso.	48
Gráfico N° 2: Curva granulométrica del agregado fino.	50
Gráfico N° 3: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón. “P1, P2 y P3”	60
Gráfico N° 4: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 0.8% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. “P1, P2 y P3”	60
Gráfico N° 5: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 1.0% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. “P1, P2 y P3”	61
Gráfico N° 6: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 1.2% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. “P1, P2 y P3”	62
Gráfico N° 7: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón. “P4, P5 y P6”	66
Gráfico N° 8: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 0.8% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. “P4, P5 y P6”	67
Gráfico N° 9: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 1.0% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. “P4, P5 y P6”	67
Gráfico N° 10: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 1.2% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. “P4, P5 y P6”	68
Gráfico N° 11: Comparación del concreto patrón y reforzado, para pavimentos rígidos. ...	68
Gráfico N° 12: Diferencia de % que alcanza un concreto reforzado con fibras de acero. .	68
Gráfico N° 13: Comparación del concreto patrón y reforzado, para pavimentos rígidos. ...	69
Gráfico N° 14: Diferencia de % que alcanza un concreto reforzado con fibras de acero. .	69
Gráfico N° 15: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón. “P1, P2 y P3”	77
Gráfico N° 16: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 0.8% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. “P1, P2 y P3”	77
Gráfico N° 17: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 1.0% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. “P1, P2 y P3”	78

Gráfico N° 18: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 1.2% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. “P1, P2 y P3”	79
Gráfico N° 19: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón. “P4, P5 y P6”	87
Gráfico N° 20: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 0.8% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. “P4, P5 y P6”	87
Gráfico N° 21: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 1.0% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. “P4, P5 y P6”	88
Gráfico N° 22: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 1.2% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. “P4, P5 y P6”	88
Gráfico N° 23: Comparación del concreto patrón y reforzado, para pavimentos rígidos. ...	89
Gráfico N° 24: Diferencia de % que alcanza un concreto reforzado con fibras de acero. .	90
Gráfico N° 25: Comparación del concreto patrón y reforzado, para pavimentos rígidos. ...	90
Gráfico N° 26: Diferencia de % que alcanza un concreto reforzado con fibras de acero. .	90
Gráfico N° 27: Comparación del concreto patrón y reforzado, para pavimentos rígidos. ...	91
Gráfico N° 28: Diferencia de % que alcanza un concreto reforzado con fibras de acero. .	92
Gráfico N° 29: Comparación del concreto patrón y reforzado, para pavimentos rígidos. ...	92
Gráfico N° 30: Diferencia de % que alcanza un concreto reforzado con fibras de acero. .	92
Gráfico N° 31: Comparación del concreto patrón y reforzado, para pavimentos rígidos $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	95
Gráfico N° 32: Comparación del concreto patrón y reforzado, para pavimentos rígidos. $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$	96
Gráfico N° 33: Diferencia de % que alcanza un concreto reforzado con fibras de acero $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	96
Gráfico N° 34: Diferencia de % que alcanza un concreto reforzado con fibras de acero $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	97

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Foto N° 1: Recolectando material de agregado fino para el estudio de las propiedades físicas y mecánicas.....	118
Foto N° 2: Recolectando material de agregado grueso para el estudio de las propiedades físicas y mecánicas.....	118
Foto N° 3: Cantera Roca Fuerte.	119
Foto N° 4: Análisis granulométrico del agregado grueso.....	119
Foto N° 5: Pesando el material retenido.	120
Foto N° 6: Muestras para determinar el contenido de humedad del agregado grueso y fino.	120
Foto N° 7: Ensayo de la muestra de agregado fino para determinar el Peso Específico.	121
Foto N° 8: Pesando la muestra de agregado fino en la fiola para determinar el Peso Específico.....	121
Foto N° 9: Ensayo de la muestra de agregado grueso para determinar el Peso Específico.	122
Foto N° 10: Ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado grueso.	122
Foto N° 11: Ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado fino.	123
Foto N° 12: Ensayo para la resistencia a la degradación del agregado grueso.....	123
Foto N° 13: Ensayo para la resistencia a la degradación del agregado grueso.....	124
Foto N° 14: Ensayo para la resistencia a la degradación del agregado grueso.....	124
Foto N° 15: Empezando a pesar los materiales para el concreto patrón.....	125
Foto N° 16: Empezando a pesar los materiales para el concreto patrón.....	125
Foto N° 17: Agregando la fibra de acero.....	126
Foto N° 18: Agregando cemento al trompo.....	126
Foto N° 19: Agregando agua al trompo.....	127

Foto N° 20: Realizando el llenado del cono de Abrams, para el ensayo del Slump.....	127
Foto N° 21: Realizando el llenado del cono de Abrams, para el ensayo del Slump.....	128
Foto N° 22: Realizando el ensayo del Slump. (3" – 4").....	128
Foto N° 23: Realizando el compactado a las viguetas patrón.	129
Foto N° 24: Realizando el vaciado de las viguetas patrón.	129
Foto N° 25: Viguetas patrón recién vaciadas.	129
Foto N° 26: Viguetas 0.8% recién vaciadas.	130
Foto N° 27: viguetas en pozo de curado	131
Foto N° 28: Sacando las viguetas de la poza de curado.	131
Foto N° 29: Realizando los ensayos a Flexión.....	132

RESUMEN

En la presente investigación se realizó la comparación de la resistencia a la flexión de concreto de diseño para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 Kg/cm^2 , respectivamente; las mismas que fueron consideradas como muestras patrón (0 % - muestras patrón) y concreto con adición de fibras de acero SIKA FIBER CHO 80/60 en diferentes porcentajes (0.8%, 1.0% y 1.2%), para ambos diseños. Estudiamos la comparación de la resistencia a la flexión que alcanza un concreto reforzado con fibras de acero con respecto al concreto tradicional. Para lo cual se realizó la caracterización de los agregados de acuerdo a las especificaciones de la norma NTP 400.037, para luego determinar el diseño de mezclas patrón del concreto empleando el método ACI 211. Se realizaron los ensayos al concreto en estado fresco y ensayos al concreto en estado endurecido, este último a través del ensayo de la resistencia a la flexión.

La metodología para la adición de las fibras de acero consistió en obtener el peso del concreto para cada vigueta y así obtener el porcentaje de fibras de acero para cada diseño.

Para tener un mejor control de la resistencia a flexión, los especímenes de concreto se fabricaron vigas de $0.15 \times 0.15 \times 0.53 \text{ m}$, fueron ensayados a los, 14 días y 28 días. Luego se evaluaron las resistencias del diseño patrón y las resistencias del diseño con adición de fibras de acero para un $f'c$ de 210 kg/cm^2 en diferentes porcentajes, en donde se apreció que al ensayar una viga de concreto con diseño tradicional se obtuvo una resistencia a la flexión de 34.97 kg/cm^2 y al añadir 0.8% de fibras de acero, la resistencia aumenta 8.03% con respecto al diseño patrón, al añadir el 1.0% de fibras de acero la resistencia se incrementa un 14.03% y al añadir 1.2% se incrementa 8.35%, y para el $f'c$ de 280 kg/cm^2 , en diferentes porcentajes en donde se puede apreciar que al ensayar una viga de concreto con diseño tradicional se obtuvo una resistencia a la flexión de 43.10 kg/cm^2 y al añadir 0.8% de fibras de acero la resistencia aumenta 7.82% con respecto al diseño patrón, al añadir el 1% de fibras de acero la resistencia disminuye un 14.09% y al añadir 1.2% la resistencia disminuye 9.4%.

ABSTRACT

In the present investigation comparing the flexural strength of concrete design for a $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ and 280 kg / cm^2 , respectively was performed; the same that were considered as samples (0% - standard samples) and concrete with addition of steel fibers 80/60 SIKA FIBER CHO in different percentages (0.8%, 1.0% and 1.2%) for both designs. Study comparing the flexural strength reaching a concrete reinforced with steel fibers compared to traditional concrete. For which the characterization of the aggregates according to the specifications of the standard NTP 400,037 was made, and then determine the pattern mix design of concrete using the ACI 211 method. Testing the concrete in fresh and hardened concrete tests were conducted state, the latter through the test of resistance to bending.

The methodology for the addition of steel fibers was to obtain the weight of concrete for each beam and obtain the percentage of steel fibers for each design.

For better control of the flexural strength, the concrete specimens 0.15×0.15 beams $\times 0.53$ m were produced, were tested for 14 days and 28 days. design resistance and resistance pattern design with the addition of steel fibers for $f'c$ of 210 kg / cm^2 in different percentages, where it was noted that testing a concrete beam with traditional design was obtained was then evaluated a flexural strength of 34.97 kg / cm^2 and adding 0.8% of steel fibers, the resistance increases 8.03% compared to the design pattern, adding 1.0% of steel fibers resistance increased by 14.03% and adding 1.2% 8.35% increases, and for $f'c 280 \text{ kg / cm}^2$, in different percentages where one can see that the concrete beam assaying a traditional design with one flexural strength of 43.10 kg / cm^2 was obtained and add 0.8% of steel fibers increases resistance 7.82% with respect to the design pattern by adding 1% of steel fibers resistance decreases 14.09% and adding 1.2% 9.4% resistance decreases.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Desde los senderos hechos a fuerza de paso, hasta las grandes carreteras de concreto, el hombre ha modificado su entorno de acuerdo con las necesidades de su tiempo (Kauffmann, 2009).

Actualmente, en la era de las comunidades, la necesidad de construir caminos más fuertes y más seguros intensifica su mirada en el concreto, material de grandes posibilidades para el desarrollo de los caminos en el mundo contemporáneos (Kauffmann, 2009).

El deterioro de los pavimentos de concreto construidos en nuestro país durante los últimos años es el punto de partida de este estudio que busca contribuir a la solución de un problema tan importante de la infraestructura vial. Los autores proponen una metodología para evaluar la acción de diversos factores que inciden en la durabilidad de las estructuras, con el objeto de que los resultados que se desprendan de su aplicación se tomen en cuenta al formular las especificaciones de diseño y construcción de nuevas carreteras (Olage & Castro, 1998).

En el Perú, muchos proyectos asociados con losas industriales de pavimento rígido se vienen desarrollando gracias al aporte de nuevas tecnologías, las cuales optimizan los procesos de producción y/o construcción. Muchos de estos proyectos están aplicados a estacionamientos de centros comerciales, patios de maniobras para minas, pisos para almacenes industriales, entre otros (Guevara, 2015).

Los pavimentos rígidos han sido desarrollados en los últimos años en muchos lugares del mundo con diferentes técnicas, las cuales sugieren la necesidad de las barras de acero, esas barras; sin embargo, la inclusión de fibras en los diferentes tipos de concreto para pavimento sugiere la posibilidad que las fibras cumplan la misma función de las barras, generando beneficios económicos, técnicos y de durabilidad (Vergara, 2009).

1.2. Formulación del problema

¿Cuál será la diferencia de la resistencia a flexión que alcanza un concreto reforzado con fibras de acero con respecto a un concreto tradicional para pavimentos rígidos?

1.3. Justificación

Los grandes volúmenes de concreto que se producen actualmente en la industria de la construcción hacen que se realicen mejoras en la tecnología del mismo ya que los recursos para la producción del concreto aumentan su valor cada vez más. Es por esto que diferentes investigaciones relacionadas a la aplicación de concreto reforzado con fibras de acero para losas o pisos industriales implican mejoras en el material concreto y, a su vez mejorar en los diseños de dichas estructuras.

El mejoramiento de procedimientos constructivos es un punto crítico en cualquier edificación, por ende, cada vez se tiene que realizar más rápido la entrega de proyectos; la incorporación de fibras de una manera sencilla ayuda al procedimiento constructivo de la losa.

Las fibras de acero se muestran como una alternativa diferente para el diseño y construcción de losas industriales, cambiando totalmente los métodos convencionales. Un problema que se observa en la mayoría de proyectos de construcción de losas industriales son las fallas o fracturas debido a la falta de consideración de las solicitaciones reales que actuarán en la estructura, así también como la dificultad del mismo proceso constructivo.

Los pavimentos rígidos no se comportan de manera constante al transcurso del tiempo, ya que, al ir deteriorándose, disminuyen la serviciabilidad y podría darse el caso de comprometer estructuras a las cuales está soportando el pavimento, como por ejemplo un estante. Por ello se debe adoptar nuevas metodologías como es el caso de uso y aplicación de fibras de acero dentro del diseño y construcción de losas apoyadas sobre terreno, el cual resulta una solución integral.

En el Perú no existe un valor dado de resistencia a la flexión, razón por la cual en el diseño muchas veces se toman valores referenciales tomando como referencia 10% - 17% del $f'c$.

Es por ello que el presente proyecto de investigación se enfocará en cuantificar las mejoras brindadas por la adición de fibras de acero al concreto, para así tener nuevas consideraciones en los futuros diseños.

1.4. Limitaciones

La única limitación fue obtener las fibras de acero, ya que se tiene que hacer pedido a una empresa para que hagan el pedido a la ciudad de Lima.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Comparar la resistencia a la flexión que alcanza el concreto reforzado con fibras de acero con respecto al concreto tradicional para pavimentos rígidos.

1.5.2. Objetivos Específicos

1. Determinar las características físicas de los agregados (granulometría, módulo de fineza, contenido de humedad, peso volumétrico unitario, peso específico, resistencia a la degradación).
2. Realizar el diseño de mezclas para un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2 .
3. Determinar el óptimo porcentaje de fibras de acero para un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2 , para pavimento rígido.
4. Determinar la resistencia a la flexión que alcanza el concreto reforzado con fibras de acero y concreto tradicional con un $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y 280 Kg/cm^2 para pavimentos rígidos.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Corcino, 2007, en su investigación, trató de la incorporación de fibras de acero en el concreto, utilizando cemento andino tipo V, los cálculos y resultados fueron comparados con resultados obtenidos del concreto patrón, para verificar su resistencia y capacidad de deformación y controlar el desarrollo y la propagación de fisuras. La proporción adecuada de estas fibras es la que aporta al concreto un mayor o menos refuerzo, que se traduce en una mejora en su control de fisuras y resistencia a la flexo-tracción.

Llegando a la conclusión que la incorporación de fibras de acero, tiene una serie de repercusiones sobre las propiedades del concreto en estado fresco, destacando entre ellas la reducción de la trabajabilidad. A medida que aumenta el porcentaje de fibras de acero adicionado al concreto la consistencia de la mezcla disminuye. La pérdida de trabajabilidad en el concreto con fibras está acompañada de un efecto que puede ser beneficioso, ya que se aumenta la cohesión del concreto.

Montalvo, 2015, en su investigación, presenta el concreto reforzado con fibras como alternativa de solución para mejorar el comportamiento del concreto; las principales mejoras que proporciona la adición de fibras al concreto son la disminución de fisuras en la contracción plástica como endurecida y la resistencia a tracción aumenta de manera considerable.

El autor se ocupa en desarrollar la comparación entre pavimentos de concreto tradicional, pavimentos de concreto reforzado con mallas de acero y el pavimento de concreto reforzado con fibras de acero, comparando la metodología de diseño.

Llegando a la conclusión que las fibras tienen una ventaja con respecto a las losas de concreto simple, ya que contribuyen en todo su espesor gracias a la distribución tridimensional de las fibras dándole al piso una mayor resistencia a las solicitaciones de carga durante su vida útil. Con el pavimento reforzado con fibras se ahorraría 11 cm de espesor para este proyecto, de manera económica, pavimentación tradicional con pavimento fibroreforzado hay un ahorro del 13%.

Patazca y Tafur, 2013, en su investigación, realiza la evaluación comparativa de la resistencia a compresión y a flexión del concreto convencional, concreto con fibra de acero y concreto con fibra sintética.

Llegando a las siguientes conclusiones: A medida que aumentamos la proporción de fibra de acero al concreto, la trabajabilidad (slump) de la mezcla disminuye considerablemente; en el caso de la fibra sintética, disminuye moderadamente.

El uso de fibras de acero como sintéticas, no influyen en el aumento de la resistencia a compresión.

El uso de fibras de acero como sintéticas aumenta la resistencia a la flexión y la tenacidad del concreto, siendo la fibra de acero con la que se obtuvo mejores resultados.

Lao, 2007, en su investigación, realizó la utilización de fibras metálicas para la construcción de concreto reforzado, que realizado en las construcciones de losas apoyadas sobre el suelo que representa una de las principales aplicaciones del concreto reforzado con fibras metálicas, las mismas que se pueden adoptar en conjunto con el concreto, ya que de esta manera se forma este nuevo material con características metálicas adicionales.

Llegando a la conclusión que la adición de las fibras de acero en el concreto hace que este disminuya su trabajabilidad y aumente su consistencia, lo cual significa que el slump disminuye. En general la trabajabilidad disminuye con el incremento del factor de forma de fibra empleada. Las fibras metálicas actúan como inhibidoras del agrietamiento inicial por contracción de fragua, también proveen además un incremento en la tenacidad del conjunto y mejoran la resistencia a la flexión, con lo que es posible reducir los espesores de pavimentos.

2.2. Bases Teóricas

La manera adecuada de tener vías aptas para el tránsito es colocando capas que permitan tener una superficie uniforme, resistente y durable en el tiempo ante factores climáticos u otros agentes externos, lo que se logra con la construcción de pavimentos, pero con el paso de los años estas capas del pavimento presentan

fallas, algunas a menor tiempos que otras dependiendo de diversos factores tales como: mal diseño, utilización de materiales con características diferentes a las requeridas para el proyecto.

2.2.1. Definición del concreto

Es una mezcla de cemento portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos (NTE, E060, 2009).

2.2.2. Componentes del concreto

a. Cemento:

Es un producto de la calcinación de rocas calizas ya sea arenisca y arcillas que luego de este proceso obtenemos el clinker para luego pulverizarlo y combinar con yeso y así obtener el cemento el cual se comporta como una aglomerante (Enrique, 1998).

Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos (NTE, E060, 2009).

b. Agua:

El agua deberá cumplir con la NTP 339.088. Será lo suficientemente limpia y libre de álcalis y todo lo que pueda ser dañino al concreto y al acero. No contendrá concentraciones mayores de 500 ppm de ion cloro, ni de 1 000 ppm de ion sulfato (Norma Técnica Peruana 339.088, 2002).

En general, las normas obligan a analizar el agua solamente cuando se poseen antecedentes de su utilización o en caso de duda (Laguna, 2013).

c. Agregados:

Conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la NTP, se les llama también áridos (NTP 400.011, 2008).

Se tiene dos clases de agregados: Agregado fino y agregado grueso, estos a su vez se clasifican de acuerdo a su origen, modo de fabricación y composición mineralógica (Laguna, 2013).

Se define como agregado fino a aquel, proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas que pasa al tamiz 9.5 mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la norma (NTP 400.011, 2008).

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4) y que cumple con los límites establecidos en la norma (NTP 400.011, 2008).

d. Aditivos:

Material distinto del agua, de los agregados o del cemento hidráulico, utilizado como componente del concreto, y que se añade a éste antes o durante su mezclado a fin de modificar sus propiedades (NTE, E060, 2009).

2.2.3. Propiedades del concreto

2.2.3.1. Concreto fresco concepto general

a.) Trabajabilidad:

Se entiende por trabajabilidad a aquella propiedad del concreto al estado no endurecido la cual determina su capacidad para ser manipulado, transportado, colocado y consolidado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad; así como para ser acabado sin que se presente segregación (López, 2013).

La trabajabilidad del concreto, puede definirse como la propiedad que determina el esfuerzo requerido para manipular una cantidad de mezcla de concreto fresco. En esta definición el término significa incluir todos los funcionamientos involucrados para manejabilidad del concreto fresco, llamándolos: transportación, colocación, compactación, y también, en algunos casos, terminación. En otras palabras, la trabajabilidad es esa propiedad que hace al concreto fresco fácil de manejar y contraer, sin un riesgo apreciable de segregación (Sonora, 2008).

b.) Consistencia:

La consistencia del concreto es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma; entendiéndose con ellos que cuanto más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación (López, 2013).

La consistencia está relacionada pero no es sinónimo de trabajabilidad. Así, por ejemplo, una mezcla muy trabajable para pavimento puede ser muy consistente, en tanto que una mezcla poco trabajable en estructuras con alta concentración de acero puede ser de consistencia plástica (López, 2013).

Las normas alemanas clasifican al concreto, de acuerdo a su consistencia, en tres grupos:

- Concreto consistentes o secos.
- Concretos plásticos.
- Concretos fluidos.

Los norteamericanos clasifican al concreto por el asentamiento de la mezcla fresca. El método de determinación empleado es conocido como método del cono de asentamiento, método del cono de Abrams o método del Slump, y define la consistencia de la mezcla por el asentamiento, medido en pulgadas o en milímetros, de una masa de concreto que previamente ha sido colocada y compactado en un molde metálico de dimensiones definidas y sección cónica (López, 2013).

Por consiguiente, se puede definir el asentamiento como la medida de la diferencia de altura entre el molde metálico estándar y la masa de concreto después que ha sido retirado el molde que la recubría (López, 2013).

c.) Sangrado:

El fenómeno conocido como exudación del hormigón se produce en el hormigón fresco por el ascenso del agua de amasado y depende, entre otras cosas, de lo fino que sea el cemento empleado (Pérez, 2010).

Los materiales que contiene el concreto al ser vertido tienen distintas densidades y hay una tendencia a la decantación de los áridos más pesados y un ascenso del agua, menos densa (Pérez, 2010).

La exudación del hormigón es una forma de segregación de sus componentes en la que el agua tiende a subir hacia la superficie del hormigón al no poder arrastrarla los áridos con ellos al irse compactando

La pérdida de agua por exudación tiene una parte positiva que es la de reducir la relación agua/cemento del hormigón con una repercusión favorable sobre las resistencias. Sin embargo, al migrar desde el interior va creando una serie de conductos capilares que restan impermeabilidad al hormigón y que lo hacen poco durable, especialmente frente a las heladas (Pérez, 2010).

Flujo autógeno o aparición del agua interna de mezcla en el hormigón o mortero recién colocados, causada por arreglo de los materiales sólidos dentro de la masa, también conocido como sangrado (NTE, 2014).

d.) Tiempo de fraguado:

Es el tiempo determinado por un ensayo específico que requiere el mortero tamizado de una mezcla de hormigón fresco, para que pase de un grado arbitrario de rigidez a otro (NTE, 2014).

e.) Temperatura:

La temperatura del concreto depende del aporte calorífico de cada uno de sus componentes, además del calor liberado por la hidratación del cemento, la energía de mezclado y el medio ambiente (Ruíz, 2004).

Las características del concreto han de ser función del fin para el cual está destinado. Por ellos la selección de las propiedades de la unidad cúbica de concreto debe permitir obtener un concreto con la facilidad de colocación, densidad, resistencia, durabilidad u otras propiedades que se consideran

necesarias para el caso particular para el cual la mezcla está siendo diseñada (López, 2013).

Al seleccionar las propiedades de la mezcla debe tenerse en consideración las condiciones de colocación, la calidad y experiencia del personal profesional y técnico, la interrelación entre las diversas propiedades del concreto, así como la consideración de que el concreto debe ser económico no sólo en su primer costo sino también en sus futuros servicios (López, 2013).

2.2.3.2. Concreto Endurecido:

a) Resistencia:

La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad (López, 2013).

La resistencia es considerada como una de las más importantes propiedades del concreto endurecido, siendo la más generalmente se emplea para la aceptación o rechazo del mismo. Pero el ingeniero diseñador de la mezcla debe recordar que otras propiedades, tales como la durabilidad, permeabilidad, ó resistencia al desgaste pueden ser tanto o más importantes que la resistencia, dependiendo de las características y ubicación de la obra (López, 2013).

b) Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto. Se obtiene mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 15 cm x 15 cm de sección transversal y un claro de al menos tres veces el espesor; la resistencia a la flexión se expresa como el módulo de ruptura y es determinada mediante el método de ensayo (ASTM C78, 2008).

La consideración de la resistencia a la flexión del concreto se aplica en el procedimiento de diseño para el criterio de fatiga, la cual controla el agrietamiento del pavimento sujeto a cargas respectivas de tráfico pesado.

c) Durabilidad:

El concreto debe ser capaz de endurecer y mantener sus propiedades en el tiempo aún en aquellas condiciones de exposición que normalmente podrían disminuir o hacerle perder su capacidad estructural. Por tanto, se define como concreto durable a aquel que puede resistir, en grado satisfactorio, los efectos de las condiciones de servicio a las cuales él está sometido (López, 2013).

Entre los agentes externos o internos capaces de atentar contra la durabilidad del concreto se encuentran los procesos de congelación y deshielo; los de humedecimiento y secado; los de calentamiento y enfriamiento; la acción de agentes químicos, especialmente cloruros y sulfatos; y la de aditivos descongelantes (López, 2013).

La resistencia del concreto a algunos de los factores mencionados, con el consiguiente incremento en la durabilidad, puede ser mejorada por el empleo de cemento de bajo contenido de aluminato tricálcico; cementos de bajo contenido de álcalis; cementos puzolánicos; cementos de escorias; puzolanas; cenizas o escorias de alto horno finamente molidas; agregados seleccionados para prevenir posibles expansiones debidas a la reacción álcali-agregados; o empleo de agregados de dureza adecuada y libres de cantidades excesivas de partículas blandas, en todos aquellos casos en que se requiera resistencia al desgaste por abrasión superficial (López, 2013).

El empleo de relaciones agua-cemento bajas deberá prolongar la vida del concreto al reducir el volumen de poros capilares, incrementar la relación gel-espacio y reducir la permeabilidad y absorción; disminuyendo por todas las razones expuestas la posibilidad de penetración de agua o líquidos agresivos (López, 2013).

d) Estabilidad de Volumen y control de fisuras Densidad:

En determinados tipos de obras, la selección de las proporciones de la mezcla de concreto es efectuar fundamente para obtener alta densidad. En estos

casos, empleando agregados especiales, se pueden obtener concretos trabajables con pesos unitarios del orden de 5600kg/cm^3 (López, 2013).

Ejemplos de aplicación de tales concretos son los recubrimientos pesados empleados para mantener las tuberías de los oleoductos debajo del agua; las pantallas de protección contra las radiaciones en las centrales nucleares; y determinados elementos empleados para aislamiento del sonido (López, 2013).

e) Ecurrimiento Plástico:

El escurrimiento plástico puede por lo tanto ser definido como el alargamiento o acortamiento que sufre una estructura de concreto como consecuencia de una sollicitación uniforme y constante de tracción o compresión respectivamente (López, 2013).

Bajo carga continua el escurrimiento plástico continúa indefinidamente. Sin embargo, tiende continuamente a disminuir aproximadamente a un valor límite. Si la carga es continua el monto del escurrimiento plástico final deberá ser, para concreto normal, de una a tres veces el monto de la deformación elástica inicial y, en general, alrededor del 50% del flujo final ocurre durante los tres primeros meses de aplicada la carga (López, 2013).

2.2.4. Fisura del concreto

2.2.4.1. Concepto

La fisura es una consecuencia directa de la baja resistencia a la tracción del concreto. También pueden darse debido a la compresión y puede estar presente en cualquier tipo de estructura desde edificaciones, hasta toda clase de obra civil en donde participe el concreto. Dichas fisuras pueden manifestarse en años, semanas, días u horas debido a las distintas causas. Esta patología en el concreto puede afectar la apariencia de la estructura; sin embargo, también pueden indicar fallas estructurales ya que, debido a ellas, agentes químicos pueden entrar en contacto con la armadura del elemento o con el mismo concreto, debilitando así la estructura y afectando la durabilidad. Sin embargo, se debe tener en cuenta que no siempre son peligrosas, lo que importa es conocer el tipo de elemento estructural en el que

han aparecido y la naturaleza de las mismas. La peligrosidad de las fisuras se debe tener en cuenta cuando se sobrepasan determinados espesores o cuando están en determinados ambientes (ASTM C78, 2008).

2.2.5. Fibras de acero

2.2.5.1. Concepto

Las fibras son filamentos discontinuos, producidos con una variada gama de formas, dimensiones y destinados específicamente para uso en concreto y argamasas. Tiene como finalidad principal inhibir el surgimiento de fisuras, así como su propagación en elementos estructurales como pisos y pavimentos, concreto proyectado, revestimiento de túneles y piezas pre-fabricadas (Maccaferri, 2007).

Las fibras como tal, son elementos delgados de longitud corta y diámetro pequeño, que pueden ser utilizadas para formar hilos del material que estén compuestas (Lozano, 2015).

2.2.5.2. Tipos de fibras de acero

Tipo I Alambre estirado en frío Establecen la siguiente relación de aspecto para las fibras rectas estiradas y fibras deformadas estiradas en frío (ASTM A 820).

Tipo II Láminas cortadas Están especificadas por su espesor, ancho y longitud; su relación de aspecto es la siguiente (ASTM A 820).

Para las fibras deformadas de láminas cortadas el espesor es casi el mismo en todos los casos, longitud nominal y la sección transversal, dependiendo del uso que se le va a dar (ASTM A 820).

Tipo III Fundido y Tipo IV Otras fibras Las fibras extraídas de la fundición como los otros tipos de fibras son especificadas por un rango de diámetros equivalentes (d_e) y de su longitud (l). El diámetro equivalente es el estimado de la longitud promedio y el peso es una cantidad conocida de fibras (ASTM A 820).

Y la otra clasificación que da la Sociedad Japonesa de Ingenieros Civiles es por la sección transversal de la fibra, Tipo I Sección Cuadrada, Tipo II Sección Circular y Tipo III Sección media luna.

Las fibras Metálicas Sika Fiber CHO 80/60 NB que se utilizaran en la presente tesis están en el Tipo I.

2.2.5.3. Aplicación de las fibras de acero

La función principal de las fibras de acero está ligada a dos aspectos principales: el control de la propagación de una fisura en el concreto utilizado en una construcción, para reducir la abertura de fisuras, y la transformación de frágil a dúctil en cuanto al comportamiento mecánico del material se refiere (Lozano, 2015).

a) Pisos y pavimentos

El concreto empleado en la construcción de pavimentos requiere unas características particulares para dar respuesta a las exigencias estructurales:

- Resistencia a flexotracción: Un pavimento es un elemento estructural que, por su forma de trabajar, transmitiendo las cargas de tráfico a la base o terreno, requiere de elevada resistencia a flexotracción (CIP, 2014).
- Resistencia a fatiga: Necesaria debido a la forma repetida de actuación de las cargas de tráfico (CIP, 2014).
- Trabajabilidad: El concreto debe ser fácilmente trabajable con los equipos de construcción y que posean gran cohesión y tixotropía (CIP, 2014).
- Mínima retracción: La retracción es un problema característico de los pavimentos, donde predomina la superficie sobre el espesor, provocando la aparición de fisuras no deseables. Además, en pavimentos de carreteras la necesidad de resistencias iniciales altas conlleva habitualmente una fisuración considerable (CIP, 2014).

El concreto con fibras de acero responde a las exigencias mencionadas y es por esta razón que su aplicación en este ámbito ha tenido un gran éxito. Su aplicación está en:

- Pavimentos industriales - Pavimentos para contenedores. - Pavimentos de tableros de puentes. - Pavimentos de aeropuertos. - Pavimentos especiales. A continuación, se mencionan algunos ejemplos de aplicación del concreto con fibras de acero en pavimentos: (CIP, 2014)
- Ikea La Maxe (Metz, Francia 2000): pavimento de 80.000 m² y de espesor variable entre 15 y 25 cm (con juntas de retracción).
- Factoría de Mercedes Benz (Vitoria, 2001): pavimento de 100.000 m² y 18 cm de espesor (con juntas de retracción).
- Centro de distribución de alimentación de Tengelman (Sevilla, 2001): Pavimento de 40.000 m² y 20 cm de espesor y sin juntas de retracción.

2.2.5.4. Aporte de la fibra de acero al concreto

a) Resistencia a la flexión.

La adición de fibras de acero en un elemento estructural sometido a flexión es más efectiva que en uno sometido a tracción. La causa de esta efectividad es que en la flexión se aprovecha la capacidad de redistribución del concreto reforzado con fibras (CIP, 2014).

b) Resistencia ultima y tenacidad

La variable que más influye en la tenacidad es la capacidad adherente de las fibras. La tenacidad es tradicionalmente cuantificada como el área bajo la curva carga-flecha obtenida experimentalmente. El ensayo de tracción directa, por la dificultad que implica realizarlo, no es muy empleado para evaluar esta propiedad. El ensayo de flexotracción, además de ser más simple que el de tracción directa, simula las condiciones de carga para muchas aplicaciones prácticas (CIP, 2014).

2.2.6. Ensayos que determinan las propiedades de los pavimentos

a. Granulometría

Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado. La NTP 400.012 establece el procedimiento para su distribución mediante el tamizado, obteniéndose la masa de las fracciones del agregado retenidas en cada uno de los tamices. Eventualmente se calcula la masa retenida y/o que pasa, también los porcentajes parciales y acumulados (NTP 400.011, 2009).

La granulometría se define como la distribución de los diferentes tamaños de las partículas de un suelo, expresado como un porcentaje en relación con el peso total de la muestra seca. Aprenderemos a utilizarla como un instrumento en la clasificación de los materiales, ya que la descripción por tamaño tiene especial interés en la selección de materiales para rellenos de carreteras y presas, los cuales requieren materiales con graduaciones determinadas (Sánchez, 2003).

La granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por análisis de tamices (ASTM C136).

El tamaño de partícula del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre aberturas cuadradas. Los siete tamices estándar ASTM C33 para agregado fino tiene aberturas que varían desde la malla N° 100 (150 micras) hasta 9.52mm (Sánchez, 2003).

- 2.2.6.1. Los números de tamaño (tamaños de granulometría), para el agregado grueso se aplican a las cantidades de agregado (en peso), en porcentajes que pasan a través de un arreglo de mallas. Para la construcción de vías terrestres, la norma ASTM D 448 en lista los trece números de tamaño de la ASTM C 33, más otros seis números de tamaño para agregado grueso (Sánchez, 2003).**

b. Contenido de humedad

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas (MTC-E108, 1999).

La absorción (porcentaje de agua necesaria para saturar los agregados o el hormigón expresada con respecto a la masa de los materiales secos) y la humedad deben determinarse de acuerdo con las normas Icontec 176, 237 y 1776, de manera que la cantidad de los materiales en la mezcla pueda controlarse y se establezca los pesos correctos de cada uno de ellos (Fonseca, 2003).

La estructura interna de las partículas de un agregado está conformada por materiales sólida y por poros o huecos los cuales pueden contener agua o no. Las condiciones de humedad en que se puede encontrar un agregado serán:

- **Seco:** ningún poro con agua.
- **Húmedo no saturado:** algunos poros permeables con agua.
- **Saturado y superficialmente seco (S.S.S):** todos los poros permeables llenos de agua y el material seco en las superficies.
- **Húmedo sobresaturado:** todos los poros permeables contienen agua y además el material tiene agua en la superficie (agua libre).

Dependiendo de las condiciones de humedad que tenga el agregado, puede quitar o aportar agua a la mezcla (porque se considera que el agregado se satura y el agua libre es la que reacciona con el cemento). Si la humedad del agregado es mayor que la absorción el material tiene agua libre y está aportando agua a la mezcla; pero si por el contrario la humedad del agregado le va quitar agua a la mezcla para saturarse. Y no alterar la relación agua-cemento (Fonseca, 2003).

c. **Peso específico**

Es la relación entre el peso y el volumen del material sólido. Para determinar el peso específico o densidad se debe tomar el agregado en estado saturado y superficie seca (Guzmán, 2001).

El peso específico de muchos de los agregados de origen natural ronda alrededor de $2,65\text{gr/cm}^3$, tal como en los agregados silíceos, calcáneos y granitos, con las excepciones del basalto que está en $2,90\text{ gr/cm}^3$, areniscas en $2,55\text{ gr/cm}^3$ y la cuarcítica en $2,50\text{ gr/cm}^3$. Hay agregados pesados como la piedra partida de roca de hematita que anda en $4,25\text{ gr/cm}^3$ (Guzmán, 2001).

d. **Peso unitario**

Es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, para realizar las proporciones de mezclas de concreto por volumen (NTP 400.017, 1999).

e. Abrasión

Es una propiedad mecánica que sirve para el control de calidad del agregado de procedencia triturada, siendo de diversas fuentes que tienen composiciones minerales similares. Los resultados sirven para la elaboración de concretos, debido a que en el procedimiento de mezclado son sometidos a las mismas cargas (NTP 400.019, 1999).

El ensayo de abrasión dependerá de la granulometría realizada al agregado grueso, la cantidad inicial de la muestra es de 5 kg según la especificación, cantidad que será completada con agregado proveniente de la granulometría según el tipo de abrasión que se pueda realizar (NTP 400.019, 1999).

2.3. Definición de términos básicos

- ✓ Agregado:
Material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico (NTE, E060, 2009).

- ✓ Abrasión:
Acción mecánica de rozamiento y desgaste que provoca la erosión de un material (NTP 400.019, 1999).

- ✓ Cemento:
Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos (NTE, E060, 2009).

- ✓ Concreto:
Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos (NTE, E060, 2009).

- ✓ Curado:

Es el proceso por el cual el concreto elaborado con cemento hidráulico madura y endurece con el tiempo, como resultado de la hidratación continua del cemento en presencia de suficiente cantidad de agua y de calor (Sika, 2014).

✓ Vaciado de concreto:

Verter el concreto a una estructura o molde (López, 2013).

✓ Resistencia:

La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse (López, 2013).

✓ Resistencia a la flexión:

Medida de la resistencia a la tracción del concreto. Se obtiene mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto, se expresa como el módulo de ruptura (ASTM C78, 2008).

✓ Dosificación:

La dosificación de los materiales para el concreto debe establecerse para permitir que:

- Se logre la trabajabilidad y consistencia que permitan colocar fácilmente el concreto dentro del encofrado y alrededor del refuerzo bajo las condiciones de colocación que vayan a emplearse, sin segregación ni exudación excesiva.
- Se logre resistencia a las condiciones especiales de exposición a las que pueda estar sometido el concreto.
- Se cumpla con los requisitos de los ensayos de resistencia (SENCICO, 2009).

✓ Granulometría:

Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado. La NTP 400.012 establece el procedimiento para su distribución mediante el tamizado, obteniéndose la masa de las fracciones del agregado retenidas en cada uno de los tamices.

Eventualmente se calcula la masa retenida y/o que pasa, también los porcentajes parciales y acumulados (NTP 400.011, 2009).

✓ Relación agua/cemento:

También conocida como a/c , expresa la íntima relación que existe entre el peso del agua utilizada en la mezcla y el del cemento e influye en la resistencia final del concreto. Una relación a/c baja conduce a un concreto de mayor resistencia que una relación alta. Pero entre más alta es la relación, el concreto se vuelve más trabajable (Carrillo, 2004).

✓ Peso específico:

Es la relación entre el peso y el volumen del material sólido. Para determinar el peso específico o densidad se debe tomar el agregado en estado saturado y superficie seca (Guzman, 2001).

✓ Durabilidad:

La habilidad del concreto para resistir la acción del intemperismo, ataques químicos, abrasión, o cualquier otro tipo de deterioro". Algunos investigadores prefieren decir que "es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea (Comité 201 del American Concrete Institute (ACI)).

✓ Fibras:

Son fibras de acero trefilado de alta calidad para reforzamiento del concreto usado en losas de concreto tradicional e industriales, especialmente encoladas (pegadas) para facilitar la homogenización en el concreto durante el mezclado (Hoja Técnica, Sika Fiber CHO 80/60 NB, 2014).

✓ Acero:

El Acero es aquel material maleable a determinada temperatura y básicamente es una aleación o combinación de hierro y carbono (alrededor de 0,05% hasta menos de un 2%). Algunas veces otros elementos de aleación específicos tales como el Cr (Cromo) o Ni (Níquel) se agregan con propósitos determinados (Haro, 2014).

CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS

3.1. Formulación de la hipótesis

La adición de fibras de acero al concreto para pavimentos rígidos, incrementa la resistencia a la flexión con respecto al concreto tradicional para pavimentos rígidos.

3.2. Operacionalización de variables

- a. Variable independiente
Concreto tradicional.

- b. Variable independiente
Concreto reforzado con fibras de acero.

Tabla N° 1: Operacionalización de la variable independiente.

		INDICADORES	INDICE
--	--	--------------------	---------------

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL		
Concreto tradicional.	Medida de la resistencia de un elemento o miembro estructural a las fuerzas flectoras, también llamada resistencia a la flexión.	Resistencia a la Flexión	kg/cm ²
		Tiempo de fraguado	Hora
		Edad	Días
Concreto reforzado con fibras de acero.	Medida de la resistencia de un elemento o miembro estructural a las fuerzas flectoras, también llamada resistencia a la flexión.	Resistencia a la Flexión	kg/cm ²
		Tiempo de fraguado	Hora
		Edad	Días

Fuente: Elaboración propia, 2016.

CAPÍTULO 4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Tipo de diseño de investigación.

Es una investigación experimental.

4.2. Material de estudio.

4.2.1. Unidad de estudio.

Viguetas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2 . Patrón y Viguetas de concreto con adición de fibras de acero en diferentes porcentajes.

4.2.2. Población.

Las 48 viguetas de concreto con adición y sin adición de fibras de acero, de las cuales 24 viguetas son de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y 24 viguetas son de resistencia $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ patrón y (las unidades de concreto) con adición de fibras de acero en diferentes porcentajes.

4.2.3. Muestra.

Para obtener el concreto, se obtuvieron los agregados del Rio Chonta, y las muestras se hicieron en función a las normas de concreto. El mínimo de especímenes elaborados es de tres (03) especímenes para cada edad.

Y para cada resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2 Por lo que se utilizó:

- 06 viguetas con 0.00% de fibras de acero, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- 06 viguetas con 0.00% de fibras de acero, $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- 06 viguetas con 0.80% de fibras de acero, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- 06 viguetas con 0.80% de fibras de acero, $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- 06 viguetas con 1.00% de fibras de acero, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- 06 viguetas con 1.00% de fibras de acero, $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- 06 viguetas con 1.20% de fibras de acero, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- 06 viguetas con 1.20% de fibras de acero, $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Las cuáles serán ensayadas tres de cada porcentaje a los catorce días y veintiocho días.

4.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos.

4.3.1. Para recolectar datos.

La recolección de datos para determinar la comparación de la resistencia a la flexión que alcanza un concreto reforzado con fibras de acero con respecto al concreto tradicional. Consistió en determinar las propiedades físico mecánicas de los agregados para poder realizar los diseños de mezclas usando el método ACI 211.

Con los diseños establecidos se realizó las viguetas de concreto para luego ensayarlas a flexión.

Las fibras de acero serán adquiridas de una empresa dedicada a la venta de insumos químicos para el concreto, ubicada en Av. Vía de Evitamiento Norte S/N, Cajamarca.

A continuación, se detalla el procedimiento para determinar la comparación de la resistencia a la flexión que alcanza un pavimento rígido reforzado con fibras de acero con respecto al pavimento tradicional.

I. Datos de la cantera:

- 1) Cantera utilizada: Río Chota “Roca Fuerte”
- 2) Ubicación: Baños del Inca, Cajamarca, Cajamarca.

II. Ensayo de los agregados:

Se fue a la cantera del Río Chonta “Roca Fuerte” y se recolectó muestras de los agregados a utilizar en la investigación en los siguientes ensayos:

1) Análisis granulométrico. (NTP 400.12/ASTM C-136)

Se utilizó el huso granulométrico número 6 ya que cumple con las características del agregado grueso a utilizar.

Para los agregados (Grueso y Fino), se toma una cantidad de muestra por cuarteo, la cual se pasó por el juego de tamices según lo especifica la norma y se agito para luego registrar el peso retenido en cada uno de los tamices.

a) Materiales y equipos:

- Agregado fino: piedra chancada de 3/4 “a 1/2 “de la cantera.
- Agregado grueso: arena gruesa de la cantera.
- Juego de tamices de: 1 ½”, 1”, 3/4”, 1/2”, 3/8”, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200, normalizados según NTP 400.012,2001.
- Balanza con precisión de 0,1 gr.
- Horno a 110°C ± 5°C.
- Cucharón y taras.

b) Procedimiento:

a. Agregado grueso:

- Se tomó una muestra de piedra mediana de la cantera.
- Luego se obtuvo un espécimen de dicha muestra de 6.860 kg.
- Se seleccionó los tamaños adecuados de los tamices, de acuerdo a la NTP 400.12.
- Se armó los tamices según la norma NTP 400.012, para luego introducir nuestro espécimen en el ensayo.

- Se agitó los tamices, para que solo quede el material que es el retenido.
 - Una vez concluido el tamizado se procedió a pesar cada material retenido en cada tamiz (1 ½", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4) y el de la cazoleta.
 - Se anotó en la hoja de datos, calculándose el porcentaje retenido, porcentaje retenido acumulado y el porcentaje que pasa.
- b. Agregado fino:
- Se tomó una muestra representativa de arena gruesa de la cantera.
 - Se pesó el espécimen.
 - Se obtuvo un espécimen de dicha muestra 500.00 gr.
 - Se seleccionaron los tamaños adecuados de los tamices, de acuerdo a la norma NTP 400.12.
 - Se armó los tamices según la norma NTP 400.012, para luego introducir nuestro espécimen en el ensayo.
 - Se agitó los tamices, para que solo quede el material que es retenido.
 - Una vez concluido el tamizado se procedió a pesar cada material en cada tamiz (", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200).
 - Se anotó en la hoja de datos, calculándose el porcentaje retenido, porcentaje retenido acumulado y el porcentaje que pasa, para determinar el módulo de finura de dicha muestra.

2) Contenido de humedad. (NTP 339.185/ASTM C-566)

El ensayo consiste en determinar la humedad que tiene en ese momento los agregados. Se determina el porcentaje total de humedad del agregado grueso y fino con la siguiente formula.

$$P = \frac{(W-D)}{D} * 100 \dots\dots\dots\text{Ec. (01)}$$

Dónde:

P: contenido de humedad.

W: peso de muestra húmeda en gramos.

D: peso de la muestra seca en gramos.

a) Materiales y equipos:

- Agregado grueso (con humedad natural de la cantera).
- Agregado fino (con humedad natural de la cantera).
- Horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Balanza.
- Taras.

b) Procedimiento:

- Se pesaron las taras donde va estar la muestra.
- Se agrega la muestra húmeda a la tara.
- Se pesó la muestra húmeda + tara.
- Se colocaron las muestras (tres) al horno por un tiempo de 24 horas.
- pasado el tiempo reglamentario, se procedió a sacar las muestras del horno para luego pesarlas y tener el peso seco + tara.
- Se anotó dichos pesos, para luego calcular el contenido de humedad de los agregados.

3) Peso unitario. (NTP 400.017/ASTM C-29)

Es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, para realizar las proporciones de mezclas de concreto por volumen.

Se realizó el peso unitario suelto y peso unitario compactado, para el agregado grueso y agregad fino.

a) Materiales y equipos:

- Recipiente (cilindro de metal), el cual es suficientemente rígido como para no deformarse en condiciones de uso.
- Muestras secas de agregado grueso y agregado fino.
- Cucharón.
- Balanza.
- Barra compactadora, de acero liso (5/8") de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud y terminada en punta.

b) Procedimiento:

- a) Procedimiento para el agregado en estado suelto (ensayo para la piedra y la arena):
- Se pesó el recipiente cilíndrico donde se iba a depositar el agregado.
 - Se procedió a llenar el recipiente, y se enrasó con una regla.
 - se pesó el recipiente más el material.
 - El procedimiento anterior se repitió tres (03) veces, para luego obtener un promedio del peso unitario suelto.
- b) Procedimiento para el agregado en estado compactado (ensayo para la piedra y la arena):
- Se pesó el recipiente cilíndrico donde se iba a depositar el agregado.
 - Se procedió a llenar la tercera parte del recipiente, se niveló la superficie y se apisonó la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie.
 - Luego se llenó hasta las dos terceras partes y nuevamente se compactó con 25 golpes.
 - Finalmente se terminó de llenar el recipiente con el agregado, de tal forma que parte del material sobrepasó la superficie del recipiente, para luego compactar con 25 golpes que se distribuyó uniformemente.
 - Se procedió a pesar el recipiente más su contenido, y se registraron los pesos.
 - El procedimiento anterior se repitió tres (03) veces, para luego determinar un promedio del peso unitario compactado.

4) Peso específico.

a) Agregado grueso. (NTP 400.021/ASTM C-127)

- a. Materiales y equipos.
- Muestra de agregado grueso.
 - Balanza.
 - Agua.
 - Tara.

- Cesta con la malla de alambre.
 - Tamiz N° 4.
 - Horno $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- b. Procedimiento.
- Se pesó 3.00 kg de agregado y se procedió a sumergir la muestra en agua por 24 horas.
 - Se pesó la tara.
 - Se retiró la muestra del agua, se secó el agua de la superficie de las partículas.
 - Se procedió a pesar la muestra secada más la tara.
 - Luego se colocó la muestra en un balde de metal y se colocó en un gancho para después sumergirla totalmente.
 - Finalmente se anotó el peso sumergido de la muestra.

b) Agregado fino. (NTP 400.022/ASTM C-128)

- a. Materiales y equipos.
- Muestra de agregado fino.
 - Agua.
 - Balanza con aproximación de 0.01 gr.
 - Fiola.
 - Tara.
 - Horno $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
 - Molde
- b. Procedimiento.
- Se secó la muestra.
 - Luego se procedió a cubrir la muestra con agua y se dejó reposar durante 24 horas.
 - Luego se extendió sobre una superficie plana expuesta al aire libre, para secar uniformemente.
 - Posteriormente se colocó el molde cónico y se golpeó la superficie suavemente 25 veces con la barra de metal y se levantó el molde verticalmente para verificar que no existe humedad.

- Luego de la verificación anterior, se introdujo de inmediato en la fiola una muestra de 500.00 gramos del material preparado, luego se llenó de agua y se empezó a mover para que salgan todas las burbujas.
- Después de un tiempo se llevó con agua hasta los 500 cm³ y se determinó el peso total del agua introducida en el frasco.
- Luego sacamos el agregado fino del frasco y lo pusimos a secar en el horno a una temperatura de 110 °C ± 5°C.
- Finalmente usando todos los pesos se pudo calcular el peso específico de masa, peso específico de masa saturada con superficie seca, peso específico aparente y absorción.

5) Resistencia a la degradación de agregado grueso por abrasión. (NTP. 400.019/ASTM C-131).

Este ensayo se realiza para determinar la calidad del agregado grueso.

- a) Materiales y equipos
 - Máquina de Los Ángeles.
 - Tamices N° 12
 - Balanza con aproximación de 0.01 gr.
 - Tara.
 - Carga de (11 esferas de acero).
 - Horno 110°C ±5°C.
- b) procedimiento
 - Se secó y se determinó el peso de la muestra. (5.00 kg)
 - Luego se colocó la muestra de ensayo y la carga en la máquina de Los Ángeles, y se procedió a rotar por 500 revoluciones.
 - Luego se realizó la separación mediante el tamiz N° 12.
 - Se lavó la muestra separada y se introdujo en el horno a 110°C.
 - Finalmente se pesó la muestra y calcular el desgaste.

III. Diseño de mezclas patrón de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2 , usando método ACI 211:

Se realizó diseños patrones de concreto con una resistencia de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2 , utilizando el método ACI 211.

Para el diseño del concreto reforzado se determinó la adición de distintos porcentajes de fibras de acero en el diseño patrón.

1) Elaboración de mezcla de concreto patrón y reforzado:

Para la preparación de la mezcla del concreto patrón y concreto reforzado se utilizó una mezcla mecánica, donde se colocan todo los componentes de la mezcla para un volumen determinado, este concreto fue mezclado hasta homogenizarlo con todos sus materiales igualmente distribuidos.

2) Instrumentos:

Para determinar el diseño y elaboración de mezclas de concreto convencional y reforzado se utilizaron los siguientes materiales:

- Balanza.
- Mezcladora mecánica.
- Recipientes.

IV. Ensayo en el concreto fresco:

Acabado el mezclado se procedió con los siguientes ensayos del concreto fresco:

1) Slump. (NTP 339.035 / ASTM C143).

Primero se humedece los instrumentos con agua, luego una muestra de concreto recién mezclado se coloca y compacta con una varilla metálica (chuceo) en un molde con forma de cono trunco (con medidas normalizadas).

El molde se levanta y el concreto fluye. La distancia vertical entre la posición original (el tamaño del molde) y la desplazada producto del asentamiento del centro de la superficie superior del concreto es medida y registrada como el asentamiento del concreto.

2) Peso unitario y contenido de aire. (NTP 339.046 / ASTM C138).

Primero se humedece los instrumentos con agua, luego se tomó una muestra representativa de concreto recién mezclado con una cuchara metálica y se llenó un recipiente cilíndrico metálico con tres capas de igual espesor, sobrellenando ligeramente la última capa. Cada capa se compacta con 25 golpes con una varilla, distribuyendo uniformemente las penetraciones en toda la sección del molde. Se compacta la capa inferior en todo su espesor, sin compactar en el fondo del recipiente con la barra compactadora. De igual forma se compacta la segunda y la tercera capa penetrando una pulgada aproximadamente (25 mm) en la capa anterior.

Para que las burbujas de aire no queden atrapadas en el interior de la muestra, se golpeó firmemente los lados del molde de 10 a 15 veces con un mazo de caucho después de compactar cada capa y se enrasó el concreto sobrante utilizando la varilla metálica apoyada sobre el borde superior del recipiente, limpiando a su vez el exceso de mortero en dicho borde.

Finalmente se pesó el molde lleno de concreto para los cálculos respectivos.

3) Temperatura. (NTP 339.184 / ASTM C1064).

Este ensayo cumple con la finalidad de examinar la temperatura del concreto recién mezclado. El ensayo consiste en colocar un dispositivo de medición de temperatura en la muestra de concreto de tal modo que este rodeado de mezcla por todos sus lados y lejos del recipiente que lo contiene, el tiempo promedio que estuvo introducido fue de 2 a 2.5 minutos o hasta que la lectura se estabilice.

V. Elaboración, desencofrado y curado de cilindro de concreto:

Se utilizó viguetas de 15 cm de base por 15 cm de peralte por 53 cm de longitud, los moldes se limpiaron previamente y se engrasaron.

Una vez realizada la mezcla, se procedió a vaciarla en los moldes, este vaciado se hizo en tres capas; la primera se vació hasta llegar a 1/3 del molde se compacta con 25 golpes, posteriormente se vació la siguiente capa y se compactó

asegurándose que los golpes no llegaran a la primera capa, finalmente se añadió la tercera capa hasta rebosar el molde y se repitió el proceso de compactación para posteriormente enrasarlo. Se desencofró a las 24 horas de realizados los especímenes de concreto, los cuales fueron curados en una poza a temperatura $23^{\circ}\text{C} \pm 2$ según norma NTP 339.183 / ASTM C31.

VI. Ensayo de flexión de viguetas de concreto:

Las probetas se retiraron de la poza de curado un día antes de ser ensayados, pasado este tiempo se procedía a medir las dimensiones de las viguetas y luego, con la asistencia del técnico se realizó el ensayo a flexión de dichas viguetas, este ensayo consiste en la aplicación de dos cargas hasta llegar a la fractura de la vigueta, determinando así la carga máxima soportada, logrando determinar la resistencia de la misma.

4.3.2. Para analizar información.

Se analizó la información obtenida de los ensayos realizados a los agregados gruesos y finos, los cuales son: análisis granulométrico, contenido de humedad, peso unitario, peso específico y abrasión, además se realizó diferentes hojas de cálculo para el procesamiento de los datos en cada uno de ellos.

Granulometría: se realizó el procesamiento del tamizado y se graficó la curva granulométrica.

Diseño de mezclas patrón: para la determinación de la dosificación se utilizó el método ACI, la cual procedimos a definir la cantidad de cemento, agua, agregado grueso y agregado fino.

Diseño de mezclas con fibras de acero: para la determinación de la dosificación se utilizó el método ACI, la cual procedimos al diseño de mezcla patrón se adiciono un porcentaje de fibras de acero.

La información obtenida se registró, ordenó y analizó mediante hojas de cálculo en el software Microsoft Office Excel 2010, para un mejor análisis y proceso de la información, se analizó los ensayos realizados a las viguetas, que fueron resistencia a la flexión.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

En el presente capítulo se muestra los resultados correspondientes a los ensayos realizados en el laboratorio, para el agregado grueso, agregado fino, así como también los resultados del concreto en estado fresco y endurecido.

A. Resultados de las características físico mecánicas de los Agregados

Presentamos los resultados realizados a los agregados, según las especificaciones de la norma NTP 400.037.

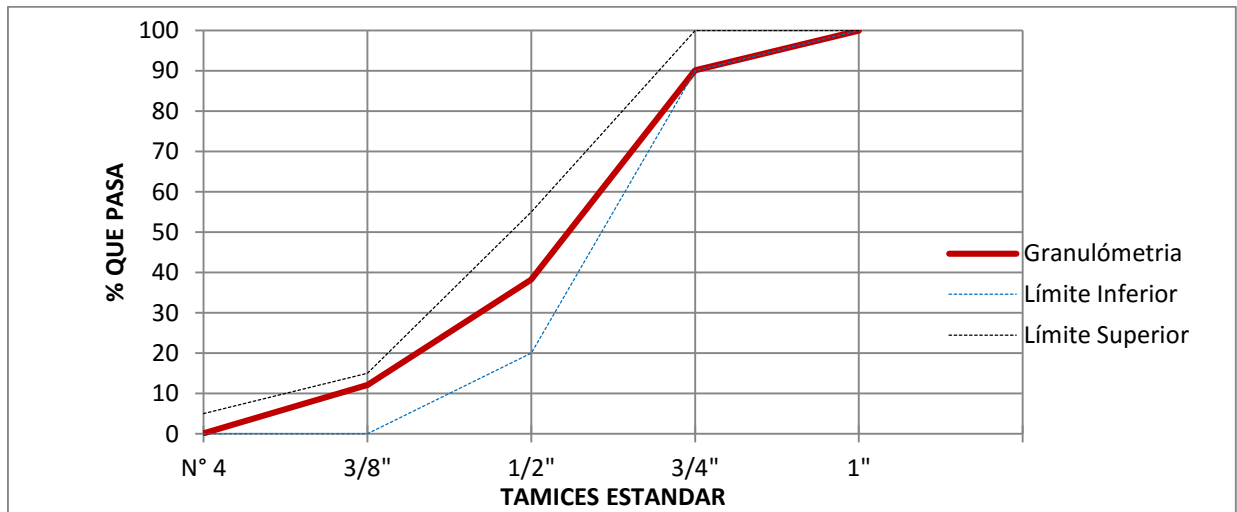
a) Agregado grueso.

Tabla N° 2: Resultados del análisis granulométrico de agregado grueso.

MUESTRA:		6868.60 gr					
Agregado Grueso	Tamiz (N°)	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
	1 1/2"		0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
	1"	25.00 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
	3/4"	19.00 mm	678.90	678.90	9.88	9.88	90.12
	1/2"	12.70 mm	3562.80	4241.70	51.87	61.75	38.25
	3/8"	9.52 mm	1792.50	6034.20	26.10	87.85	12.15
	N° 4	4.75 mm	825.30	6859.50	12.02	99.87	0.13
	CAZOLETA		9.10	6868.60	0.13	100.00	0.00
	Total =		6868.60				

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Gráfico N° 1: Curva granulométrica del agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 3: Otros ensayos realizados al agregado grueso.

ENSAYO	VALOR	UNIDAD
Tamaño máximo nominal	3 / 4	Pulgadas
Módulo de finura (MF)	6.98	-
Contenido de humedad promedio.	2.36	%
Peso específico de masa.	2.59	gr/cm ³
Peso específico de masa saturada con superficie seca.	2.63	gr/cm ³
Peso específico aparente.	2.71	gr/cm ³
Absorción.	1.72	%
Peso unitario suelto promedio.	1404.83	kg/m ³
Peso unitario compactado promedio.	1504.09	kg/m ³
Resistencia a la degradación.	31.10	%

Fuente: Elaboración propia, 2016.

b) Agregado fino.

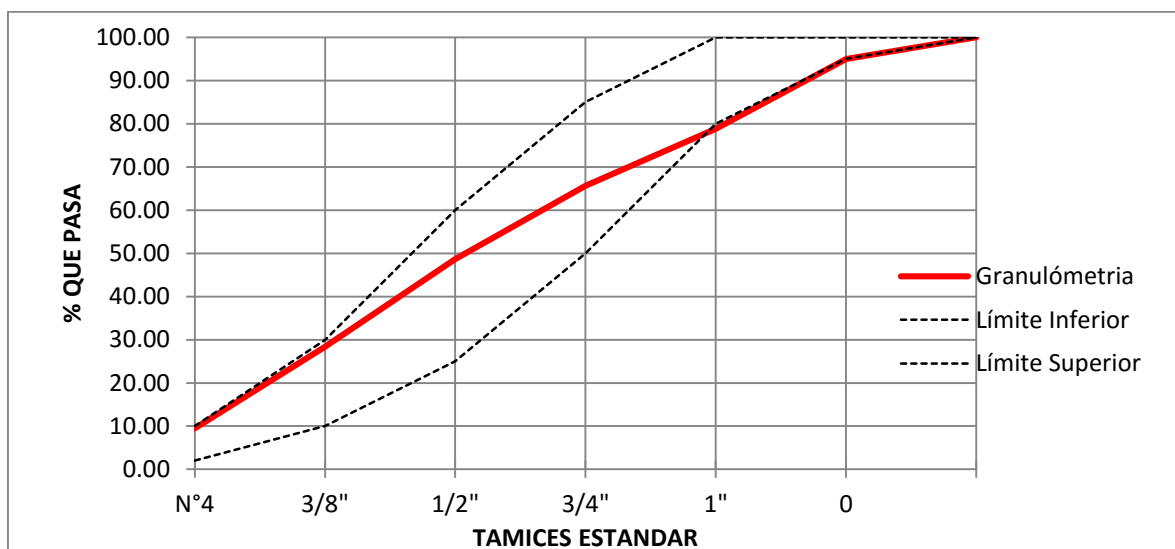
Tabla N° 4: Resultados del análisis granulométrico de agregado fino.

MUESTRA:		1500.00 gr					
Agregado	Tamiz (N°)	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasa
	N° 4	4.75 mm	74.80	74.80	4.99	4.99	95.01
	N° 8	2.360 mm	243.10	317.90	16.21	21.19	78.81
	N° 16	1.100 mm	197.50	515.40	13.17	34.36	65.64

N° 30	0.590 mm	254.40	769.80	16.96	51.32	48.68
N° 50	0.337 mm	305.10	1074.90	20.34	71.66	28.34
N° 100	0.150 mm	282.70	1357.60	18.85	90.51	9.49
N° 200	0.075 mm	91.30	1448.90	6.09	96.59	3.41
Cazoleta	6.35 mm	51.10	1500.00	3.41	100.00	0.00
Total =		1500.00				

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Gráfico N° 2: Curva granulométrica del agregado fino.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 5: Otros ensayos realizados al agregado fino.

ENSAYO	VALOR	UNIDAD
Módulo de finura (MF)	2.74	-
Contenido de humedad promedio.	7.60	%
Peso específico de masa.	2.49	gr/cm ³
Peso específico de masa saturada con superficie seca.	2.63	gr/cm ³
Peso específico aparente.	2.88	gr/cm ³
Absorción.	5.35	%

Peso unitario suelto promedio.	1748.20	kg/m ³
Peso unitario compactado promedio.	1888.11	kg/m ³

Fuente: Elaboración propia, 2016.

B. Resultados de diseño de mezclas y las mezclas de concreto fresco

a) Diseño de mezclas

Se elaboró un diseño de mezclas de concreto patrón de 210 kg/cm² y 280 kg/cm², donde las cantidades de los materiales a utilizar fueron corregidas por humedad y absorción, para ser usado en la mezcla por metro cúbico.

Tabla N° 6: Cantidad de materiales para el diseño de mezclas patrón f'c= 210 kg/cm²

MATERIAL	PESO (kg/m ³)	AGUA DE ABSORCIÓN (kg)	AGUA DE HUMEDAD (kg)	PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD (kg/m ³)
Cemento	367.00			367.00
Agua	205.00			182.00
Agregado fino	734.00	5.35	7.60	790.00
Agregado grueso	942.00	1.72	2.36	964.00
TOTAL	2248.00			2303.00

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 7: Cantidad de materiales para el diseño de mezclas patrón adicionado 0.8% de fibras de acero del peso del concreto.

MATERIAL	PESO (kg/m ³)	AGUA DE ABSORCIÓN (kg)	% FIBRAS DE ACERO	AGUA DE HUMEDAD (kg)	PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD (kg/m ³)
Cemento	367.00				367.00
Agua	205.00				182.00
Agregado fino	734.00	5.35		7.60	790.00
Agregado grueso	942.00	1.72		2.36	964.00
Fibras de acero	19.20		0.8		19.20
TOTAL	2267.20				2322.20

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 8: Cantidad de materiales para el diseño de mezclas patrón adicionado 1.0% de fibras de acero del peso del concreto.

MATERIAL	PESO (kg/m ³)	AGUA DE ABSORCIÓN (kg)	% FIBRAS DE ACERO	AGUA DE HUMEDAD (kg)	PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD (kg/m ³)
Cemento	367.00				367.00
Agua	205.00				182.00
Agregado fino	734.00	5.35		7.60	790.00
Agregado grueso	942.00	1.72		2.36	964.00
Fibras de acero	24.00		1.0		24.00
TOTAL	2272.00				2327.00

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 9: Cantidad de materiales para el diseño de mezclas patrón adicionado 1.2% de fibras de acero del peso del concreto.

MATERIAL	PESO (kg/m ³)	AGUA DE ABSORCIÓN (kg)	% FIBRAS DE ACERO	AGUA DE HUMEDAD (kg)	PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD (kg/m ³)
Cemento	367.00				367.00
Agua	205.00				182.00
Agregado fino	734.00	5.35		7.60	790.00
Agregado grueso	942.00	1.72		2.36	964.00
Fibras de acero	28.80		1.2		28.80
TOTAL	2276.80				2331.80

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 10: Cantidad de materiales para el diseño de mezclas patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

MATERIAL	PESO (kg/m ³)	AGUA DE ABSORCIÓN (kg)	AGUA DE HUMEDAD (kg)	PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD (kg/m ³)
Cemento	440.00			440.00
Agua	205.00			184.00
Agregado fino	676.00	5.35	7.60	727.00
Agregado grueso	942.00	1.72	2.36	964.00
TOTAL	2263			2315

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 11: Cantidad de materiales para el diseño de mezclas patrón adicionado 0.8% de fibras de acero del peso del concreto.

MATERIAL	PESO (kg/m ³)	AGUA DE ABSORCIÓN (kg)	% FIBRAS DE ACERO	AGUA DE HUMEDAD (kg)	PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD (kg/m ³)
Cemento	440.00				440.00
Agua	205.00				184.00
Agregado fino	676.00	5.35		7.60	727.00
Agregado grueso	942.00	1.72		2.36	964.00
Fibras de acero	19.20		0.8		19.20
TOTAL	2263.20				2322.20

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 12: Cantidad de materiales para el diseño de mezclas patrón adicionado 1.0% de fibras de acero del peso del concreto

MATERIAL	PESO (kg/m ³)	AGUA DE ABSORCIÓN (kg)	% FIBRAS DE ACERO	AGUA DE HUMEDAD (kg)	PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD (kg/m ³)
Cemento	440.00				440.00
Agua	205.00				184.00
Agregado fino	676.00	5.35		7.60	727.00
Agregado grueso	942.00	1.72		2.36	964.00
Fibras de acero	24.00		1.0		24.00
TOTAL	2272.00				2327.00

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 13: Cantidad de materiales para el diseño de mezclas patrón adicionado 1.2% de fibras de acero del peso del concreto.

MATERIAL	PESO (kg/m ³)	AGUA DE ABSORCIÓN (kg)	% FIBRAS DE ACERO	AGUA DE HUMEDAD (kg)	PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD (kg/m ³)
Cemento	440.00				440.00
Agua	205.00				184.00
Agregado fino	676.00	5.35		7.60	727.00
Agregado grueso	942.00	1.72		2.36	964.00
Fibras de acero	28.80		1.2		28.80
TOTAL	2276.80				2331.80

Fuente: Elaboración propia, 2016.

b) Concreto Fresco

i) Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Presentamos los resultados de los ensayos al concreto fresco, que se realizaron según las normas descritas en el procedimiento de los datos.

Tabla N° 14: Resultado en los ensayos del concreto fresco, diseño de mezcla patrón

Edad	Diseño	Asentamiento (Pulg)	Peso Unitario (kg/m)	Contenido de aire (%)	Temperatura (°C)
14 y 28 días	P (01, 02 y 03)	3 1/2	2283.86	1.89	19.7
	P (04, 05 y 06)	3 1/2	2283.86	1.89	19.7

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 15: Resultado en los ensayos del concreto fresco, con adición de 0.8% de fibras de acero.

Edad	Diseño	Asentamiento (Pulg)	Peso Unitario (kg/m)	Contenido de aire (%)	Temperatura (°C)
14 y 28 días	P (01, 02 y 03)	3 1/2	2293.80	1.46	17.4
	P (04, 05 y 06)	3 1/2	2293.80	1.46	17.4

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 16: Resultado en los ensayos del concreto fresco, con adición de 1.0% de fibras de acero.

Edad	Diseño	Asentamiento (Pulg)	Peso Unitario (kg/m)	Contenido de aire (%)	Temperatura (°C)
14 y 28 días	P (01, 02 y 03)	3	2304.49	1.0	18.5
	P (04, 05 y 06)	3	2304.49	1.0	18.5

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 17: Resultado en los ensayos del concreto fresco, con adición de 1.2% de fibras de acero.

Edad	Diseño	Asentamiento (Pulg)	Peso Unitario (kg/m)	Contenido de aire (%)	Temperatura (°C)
14 y 28 días	P (01, 02 y 03)	3	2312.82	0.64	18.8
	P (04, 05 y 06)	3	2312.82	0.64	18.8

Fuente: Elaboración propia, 2016.

ii) Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Tabla N° 18: Resultado en los ensayos del concreto fresco, diseño de mezcla patrón.

Edad	Diseño	Asentamiento (Pulg)	Peso Unitario (kg/m)	Contenido de aire (%)	Temperatura (°C)
14 y 28 días	P (01, 02 y 03)	3 1/2	2356.86	1.89	18.5
	P (04, 05 y 06)	3 1/2	2356.86	1.89	18.5

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 19: Resultado en los ensayos del concreto fresco, con adición de 0.8% de fibras de acero.

Edad	Diseño	Asentamiento (Pulg)	Peso Unitario (kg/m)	Contenido de aire (%)	Temperatura (°C)
14 y 28 días	P (01, 02 y 03)	3 1/2	2498.80	1.46	18.7
	P (04, 05 y 06)	3 1/2	2298.80	1.46	18.7

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 20: Resultado en los ensayos del concreto fresco, con adición de 1.0% de fibras de acero.

Edad	Diseño	Asentamiento (Pulg)	Peso Unitario (kg/m)	Contenido de aire (%)	Temperatura (°C)
14 y 28 días	P (01, 02 y 03)	3	2533.49	1.0	18.6
	P (04, 05 y 06)	3	2533.49	1.0	18.6

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 21: Resultado en los ensayos del concreto fresco, con adición de 1.2% de fibras de acero.

Edad	Diseño	Asentamiento (Pulg)	Peso Unitario (kg/m)	Contenido de aire (%)	Temperatura (°C)
14 y 28 días	P (01, 02 y 03)	3	2423.82	0.64	18.4
	P (04, 05 y 06)	3	2423.82	0.64	18.4

Fuente: Elaboración propia, 2016.

C. Resultados de concreto endurecido.

A.1 Concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ ensayado a los 14 días.

Tabla N° 22: Datos obtenidos de las 03 muestras de diseño de mezclas patrón.

ENSAYO DE VIGUETAS PATRÓN A LOS 14 DÍAS								
Nombre	VIGUETA P1		Nombre	VIGUETA P2		Nombre	VIGUETA P3	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	15.10		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm ²	seg.	kg	kg/cm ²	seg.	kg	kg/cm ²	seg.
100	1.32	17.01	100	1.35	14.93	100	1.32	12.46
200	2.63	34.02	200	2.70	29.86	200	2.63	18.92
300	3.95	51.03	300	4.05	41.79	300	3.95	28.38
400	5.26	69.04	400	5.41	59.72	400	5.26	37.84
500	6.58	85.05	500	6.76	74.65	500	6.58	47.30
600	7.89	102.05	600	8.11	91.58	600	7.89	56.76
700	9.21	121.06	700	9.46	106.50	700	9.21	66.22
800	10.53	136.07	800	10.81	121.43	800	10.53	75.68
900	11.84	153.08	900	12.16	134.36	900	11.84	85.14
1000	13.16	170.09	1000	13.51	149.29	1000	13.16	94.60
1100	14.47	187.10	1100	14.86	164.22	1100	14.47	104.06
1200	15.79	207.11	1200	16.22	179.15	1200	15.79	113.52
1300	17.10	221.12	1300	17.57	196.08	1300	17.10	122.98
1400	18.42	238.13	1400	18.92	209.01	1400	18.42	133.44
1500	19.74	258.14	1500	20.27	223.94	1500	19.74	141.90

1600	21.05	272.15	1600	21.62	238.87	1600	21.05	151.36
1700	22.37	289.16	1700	22.97	253.80	1700	22.37	160.82
1800	23.68	306.16	1800	24.32	268.73	1800	23.68	170.28
1900	25.00	329.17	1900	25.67	287.66	1900	25.00	179.74
2000	26.31	340.18	2000	27.03	298.58	2000	26.31	189.20
2100	27.63	357.19	2100	28.38	313.51	2100	27.63	198.66
2200	28.95	370.20	2200	29.73	328.44	2200	28.94	208.12
2290	30.13	391.21	2300	31.08	343.37	2300	30.26	217.58
			2400	32.43	362.30	2400	31.58	227.04
			2480	33.51	373.23	2483	32.67	236.50

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Tabla N° 23: Datos obtenidos de las 03 muestras con 0.8% de fibras de acero.

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO "0.8% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 14 DÍAS"								
Nombre	VIGUETA 0.8% P1		Nombre	VIGUETA 0.8% P2		Nombre	VIGUETA 0.8% P3	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	15.10		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm²	seg.	kg	kg/cm²	seg.	kg	kg/cm²	seg.
100	1.32	28.63	100	1.34	9.86	100	1.32	12.73
200	2.63	52.99	200	2.68	17.61	200	2.63	29.56
300	3.95	71.64	300	4.03	31.95	300	3.95	46.35
400	5.26	88.94	400	5.37	53.61	400	5.26	62.66
500	6.58	100.91	500	6.71	78.22	500	6.58	76.32
600	7.89	111.43	600	8.05	87.40	600	7.89	86.34
700	9.21	121.68	700	9.40	95.16	700	9.21	95.65
800	10.53	131.30	800	10.74	102.51	800	10.53	110.97
900	11.84	140.06	900	12.08	109.79	900	11.84	113.20
1000	13.16	148.76	1000	13.42	116.13	1000	13.16	124.28
1100	14.47	156.43	1100	14.77	122.85	1100	14.47	162.32
1200	15.79	164.26	1200	16.11	129.03	1200	15.79	180.43
1300	17.10	170.71	1300	17.45	135.32	1300	17.10	194.48
1400	18.42	178.06	1400	18.79	141.10	1400	18.42	207.01
1500	19.74	184.72	1500	20.13	146.96	1500	19.74	216.02
1600	21.05	190.55	1600	21.48	152.71	1600	21.05	231.37
1700	22.37	196.53	1700	22.82	158.61	1700	22.37	242.93
1800	23.68	202.40	1800	24.16	164.50	1800	23.68	258.70

1900	25.00	208.42	1900	25.50	170.13	1900	25.00	270.08
2000	26.31	213.80	2000	26.85	174.92	2000	26.31	277.88
2100	27.63	219.26	2100	28.19	180.55	2100	27.63	286.64
2200	28.95	224.73	2200	29.53	186.28	2200	28.94	294.28
2300	30.26	229.77	2300	30.87	191.28	2300	30.26	301.56
2400	31.58	234.19	2400	32.21	196.67	2400	31.58	307.95
2500	32.89	238.44	2500	33.56	201.51	2500	32.89	314.10
2600	34.21	243.10	2600	34.90	206.82	2600	34.21	320.53
2700	35.52	247.20	2700	36.24	212.43	2700	35.52	326.26
2800	36.84	251.11	2800	37.58	217.13	2736	36.00	330.19
2871	37.77	255.83	2900	38.93	226.92	2128	28.00	335.8
2524	33.21	261.24	3000	40.27	237.81			
			3082	41.37	251.99			
			2688	36.08	258.37			

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Tabla N° 24: Datos obtenidos de las 03 muestras con 1.0% de fibras de acero.

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO "1.0% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 14 DÍAS"								
Nombre	VIGUETA 1.0% P1		Nombre	VIGUETA 1.0% P2		Nombre	VIGUETA 1.0% P3	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm²	seg.	kg	kg/cm²	seg.	kg	kg/cm²	seg.
100	1.34	33.36	100	1.35	20.78	100	1.32	54.09
200	2.68	41.84	200	2.70	50.18	200	2.63	80.40
300	4.03	76.76	300	4.05	72.52	300	3.95	99.42
400	5.37	104.36	400	5.41	92.09	400	5.26	116.61
500	6.71	115.34	500	6.76	116.70	500	6.58	129.72
600	8.05	161.54	600	8.11	133.70	600	7.89	142.32
700	9.40	174.30	700	9.46	148.10	700	9.21	153.86
800	10.74	184.90	800	10.81	160.39	800	10.53	163.46
900	12.08	215.64	900	12.16	170.57	900	11.84	173.24
1000	13.42	223.18	1000	13.51	179.49	1000	13.16	183.69
1100	14.77	229.20	1100	14.86	189.37	1100	14.47	193.86
1200	16.11	232.00	1200	16.22	197.71	1200	15.79	202.67
1300	17.45	237.12	1300	17.57	206.17	1300	17.10	211.83
1400	18.79	241.28	1400	18.92	214.66	1400	18.42	220.07
1500	20.13	245.00	1500	20.27	222.65	1500	19.74	228.87
1600	21.48	248.96	1600	21.62	229.68	1600	21.05	236.61
1700	22.82	252.66	1700	22.97	236.98	1700	22.37	244.47
1800	24.16	256.62	1800	24.32	243.62	1800	23.68	252.41
1900	25.50	260.50	1900	25.67	250.08	1900	25.00	258.86

2000	26.85	264.42	2000	27.03	255.94	2000	26.31	266.28
2100	28.19	267.68	2100	28.38	262.32	2100	27.63	272.61
2200	29.53	272.32	2200	29.73	268.07	2200	28.94	279.30
2300	30.87	274.90	2300	31.08	274.09	2300	30.26	285.60
2400	32.21	278.90	2400	32.43	279.60	2400	31.58	292.20
2500	33.56	302.52	2500	33.78	285.12	2500	32.89	298.71
2600	34.90	310.52	2600	35.13	290.81	2600	34.21	303.81
2700	36.24	318.74	2700	36.48	296.41	2700	35.52	309.05
2800	37.58	334.30	2800	37.84	301.80	2800	36.84	314.91
2900	38.93	345.34	2900	39.19	307.13	2900	38.15	320.34
3000	40.27	349.96	3000	40.54	312.25	3000	39.47	326.13
3100	41.61	359.42	3100	41.89	317.8	3100	40.79	331.395
3146	42.23	368.88	3200	43.24	322.34	3200	42.10	337.14
2540	34.09	372.49	3300	44.59	327.1	3300	43.42	344.07
			3400	45.94	331.55	3386	44.55	346.875
			3474	46.94	335.77	2515	33.09	356.76
			3180	42.97	341.61			

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

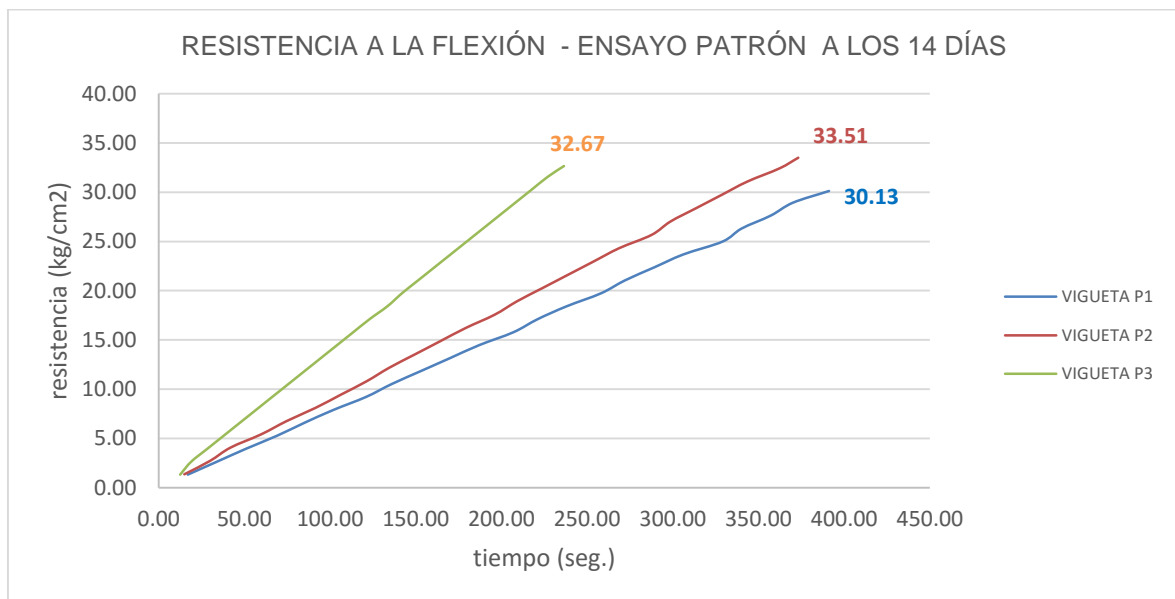
Tabla N° 25: Datos obtenidos de las 03 muestras con 1.2% de fibras de acero.

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO "1.2% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 14 DÍAS"								
Nombre	VIGUETA 1.2% P1		Nombre	VIGUETA 1.2% P2		Nombre	VIGUETA 1.2% P3	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm ²	seg.	kg	kg/cm ²	seg.	kg	kg/cm ²	seg.
100	1.34	7.02	100	1.35	0.41	100	1.32	32.76
200	2.68	21.52	200	2.70	29.59	200	2.63	58.05
300	4.03	42.74	300	4.05	53.33	300	3.95	76.33
400	5.37	63.71	400	5.41	74.57	400	5.26	90.73
500	6.71	79.85	500	6.76	91.60	500	6.58	101.70
600	8.05	93.26	600	8.11	111.73	600	7.89	112.19
700	9.40	105.22	700	9.46	126.90	700	9.21	122.01
800	10.74	114.62	800	10.81	144.08	800	10.53	130.06
900	12.08	123.64	900	12.16	154.94	900	11.84	138.22
1000	13.42	131.96	1000	13.51	163.94	1000	13.16	144.38
1100	14.77	140.05	1100	14.86	172.55	1100	14.47	152.26
1200	16.11	147.87	1200	16.22	181.66	1200	15.79	158.85
1300	17.45	154.95	1300	17.57	190.62	1300	17.10	165.37
1400	18.79	162.22	1400	18.92	202.22	1400	18.42	172.16
1500	20.13	170.29	1500	20.27	243.89	1500	19.74	178.34
1600	21.48	177.45	1600	21.62	246.08	1600	21.05	185.83
1700	22.82	184.98	1700	22.97	249.54	1700	22.37	191.51
1800	24.16	191.97	1800	24.32	251.90	1800	23.68	197.22

1900	25.50	200.01	1900	25.67	254.01	1900	25.00	202.44
2000	26.85	205.92	2000	27.03	258.85	2000	26.31	208.24
2100	28.19	211.41	2100	28.38	266.59	2100	27.63	213.88
2200	29.53	217.24	2200	29.73	272.96	2200	28.94	218.82
2300	30.87	223.05	2300	31.08	279.60	2300	30.26	223.95
2400	32.21	228.53	2400	32.43	286.44	2334	30.71	227.86
2500	33.56	234.33	2500	33.78	293.06	1580	20.79	230.29
2600	34.90	240.06	2516	34.00	296.48			
2625	35.23	246.62	1620	21.89	324.86			
1550	20.81	257.34						

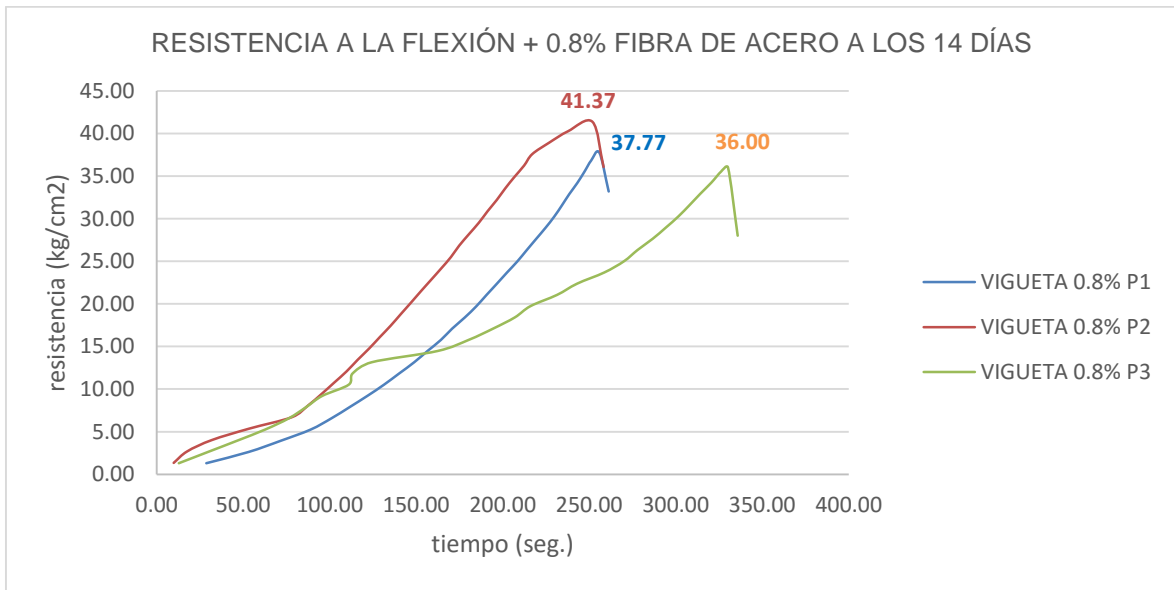
Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Gráfico N° 3: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón. "P1, P2 y P3"



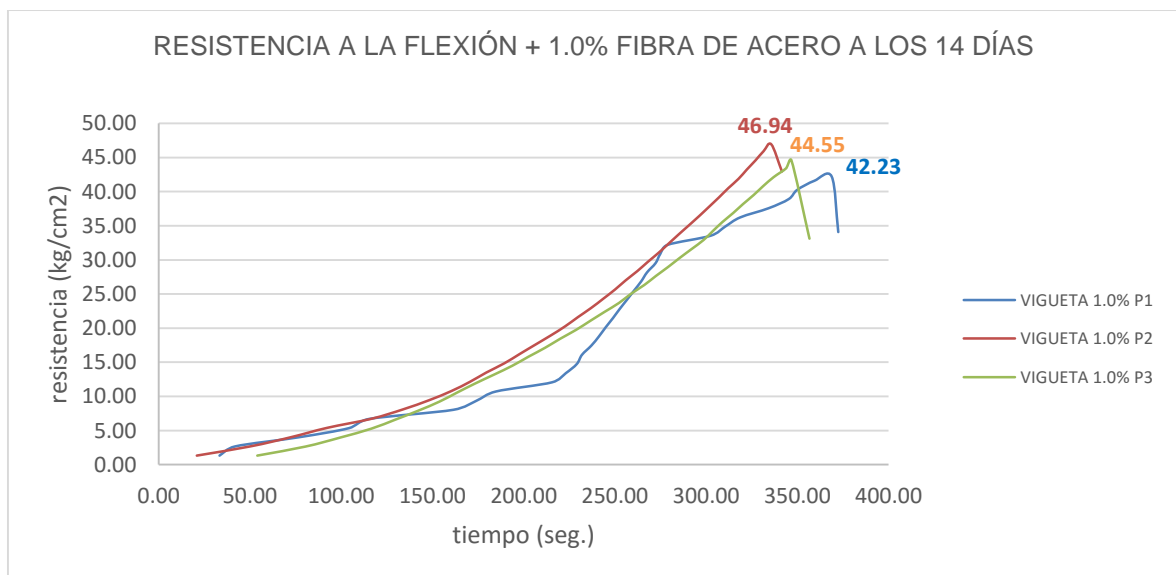
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Gráfico N° 4: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 0.8% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. "P1, P2 y P3"



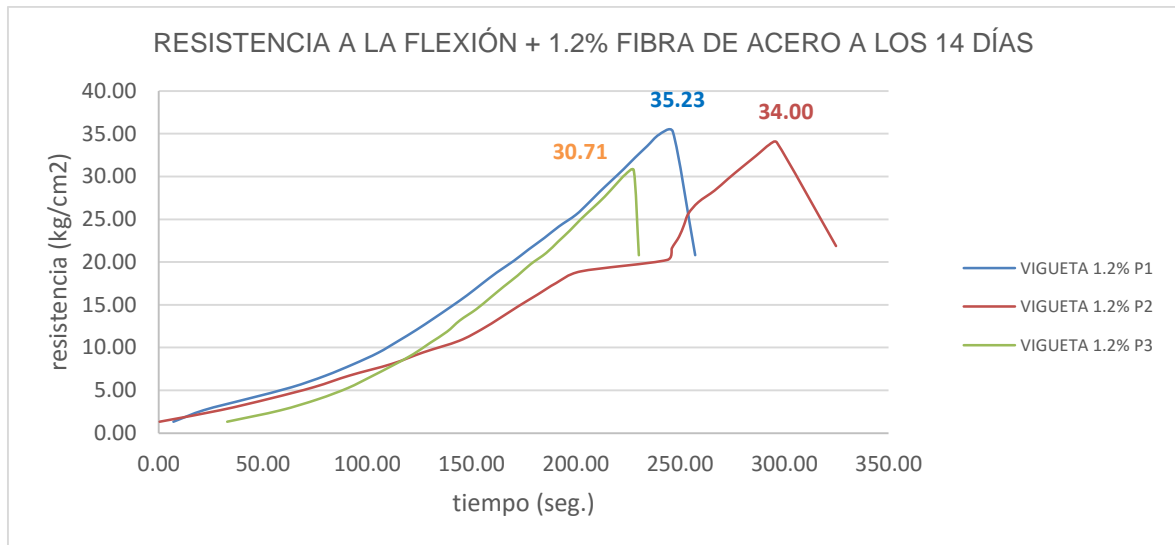
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Gráfico N° 5: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 1.0% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. "P1, P2 y P3"



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Gráfico N° 6: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 1.2% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. "P1, P2 y P3"



Fuente: Elaboración propia, 2016.

B.1 Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ensayado a los 28 días.

Tabla N° 26: Datos obtenidos de las 03 muestras de diseño de mezclas patrón.

ENSAYO DE VIGUETAS PATRÓN A LOS 28 DÍAS								
Nombre	VIGUETA P4		Nombre	VIGUETA P5		Nombre	VIGUETA P6	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	15.10		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm²	seg.	kg	kg/cm²	seg.	kg	kg/cm²	seg.
100	1.32	20.87	100	1.35	16.68	100	1.32	35.10
200	2.63	37.64	200	2.70	20.92	200	2.63	50.53
300	3.95	49.64	300	4.05	38.38	300	3.95	65.81
400	5.26	61.54	400	5.41	52.18	400	5.26	77.25
500	6.58	72.99	500	6.76	57.67	500	6.58	89.48
600	7.89	80.08	600	8.11	80.77	600	7.89	99.69
700	9.21	90.24	700	9.46	87.15	700	9.21	108.69
800	10.53	96.30	800	10.81	92.45	800	10.53	117.29

900	11.84	102.88	900	12.16	107.82	900	11.84	125.35
1000	13.16	108.37	1000	13.51	111.59	1000	13.16	133.95
1100	14.47	113.11	1100	14.86	114.60	1100	14.47	141.34
1200	15.79	117.45	1200	16.22	116.00	1200	15.79	148.11
1300	17.10	121.39	1300	17.57	118.56	1300	17.10	153.46
1400	18.42	125.42	1400	18.92	120.64	1400	18.42	158.21
1500	19.74	129.20	1500	20.27	122.50	1500	19.74	163.31
1600	21.05	132.99	1600	21.62	124.48	1600	21.05	167.34
1700	22.37	136.23	1700	22.97	126.33	1700	22.37	171.73
1800	23.68	139.53	1800	24.32	128.31	1800	23.68	175.96
1900	25.00	142.72	1900	25.67	130.25	1900	25.00	180.02
2000	26.31	145.57	2000	27.03	132.21	2000	26.31	183.17
2100	27.63	148.57	2100	28.38	133.84	2100	27.63	186.66
2200	28.95	151.66	2200	29.73	136.16	2200	28.94	190.09
2300	30.26	154.76	2300	31.08	137.45	2300	30.26	193.30
2400	31.58	158.01	2400	32.43	139.45	2400	31.58	196.59
2500	32.89	159.59	2500	33.78	151.26	2500	32.89	199.32
2600	34.21	161.11	2600	35.13	155.26	2600	34.21	202.42
2658	34.97	165.15	2700	36.48	159.37	2700	35.52	204.88
			2702	36.51	167.15	2784	36.63	208.09

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 27: Datos obtenidos de las 03 muestras con 0.8% de fibras de acero.

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO "0.8% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS"								
Nombre	VIGUETA 0.8% P4		Nombre	VIGUETA 0.8% P5		Nombre	VIGUETA 0.8% P6	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	45.20	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	45.20	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	45.20
	Ancho medio de probeta:	15.10		Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	15.00		altura media de probeta	15.00		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm²	seg.	kg	kg/cm²	seg.	kg	kg/cm²	seg.
100	1.33	10.60	100	1.34	3.16	100	1.33	5.29
200	2.66	18.67	200	2.68	10.02	200	2.66	11.76
300	3.99	25.12	300	4.02	18.39	300	3.99	19.18
400	5.32	35.71	400	5.36	26.61	400	5.32	25.56
500	6.65	39.64	500	6.70	34.95	500	6.65	33.23
600	7.98	41.30	600	8.04	43.25	600	7.98	40.48
700	9.31	46.59	700	9.37	51.58	700	9.31	46.73
800	10.64	52.42	800	10.71	59.76	800	10.64	52.49
900	11.97	56.98	900	12.05	67.19	900	11.97	59.46

1000	13.30	62.34	1000	13.39	74.36	1000	13.30	65.70
1100	14.63	65.92	1100	14.73	80.76	1100	14.63	71.80
1200	15.96	69.56	1200	16.07	86.35	1200	15.96	77.34
1300	17.30	72.94	1300	17.41	92.13	1300	17.30	82.39
1400	18.63	77.00	1400	18.75	97.15	1400	18.63	87.15
1500	19.96	80.74	1500	20.09	102.92	1500	19.96	91.65
1600	21.29	85.10	1600	21.43	107.51	1600	21.29	96.14
1700	22.62	88.82	1700	22.77	111.91	1700	22.62	100.56
1800	23.95	92.47	1800	24.11	116.06	1800	23.95	104.36
1900	25.28	96.59	1900	25.45	120.91	1900	25.28	108.34
2000	26.61	101.18	2000	26.79	125.18	2000	26.61	111.68
2100	27.94	105.20	2100	28.12	129.22	2100	27.94	115.54
2200	29.27	108.49	2200	29.46	132.80	2200	29.27	119.41
2300	30.60	111.85	2300	30.80	137.08	2300	30.60	122.90
2400	31.93	115.06	2400	32.14	140.43	2400	31.93	125.43
2500	33.26	118.55	2500	33.48	144.24	2500	33.26	129.05
2600	34.59	121.19	2600	34.82	148.12	2600	34.59	132.72
2700	35.92	124.42	2700	36.16	151.12	2700	35.92	135.76
2800	37.25	127.18	2800	37.50	154.58	2800	37.25	138.66
2857	38.01	130.29	2821	37.78	156.99	2900	38.58	141.52
2186	29.08	132.11	2326	31.15	158.01	2956	39.33	144.54
						2438	32.43	147.67

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 28: Datos obtenidos de las 03 muestras con 1.0% de fibras de acero.

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO "1.0% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS"								
Nombre	VIGUETA 1.0% P4		Nombre	VIGUETA 1.0% P5		Nombre	VIGUETA 1.0% P6	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm²	seg.	kg	kg/cm²	seg.	kg	kg/cm²	seg.
100	1.34	18.06	100	1.35	6.83	100	1.32	14.05
200	2.68	23.84	200	2.70	10.27	200	2.63	31.02
300	4.03	39.64	300	4.05	19.46	300	3.95	42.95
400	5.37	46.10	400	5.41	26.55	400	5.26	52.17
500	6.71	51.80	500	6.76	35.38	500	6.58	60.01
600	8.05	67.40	600	8.11	39.79	600	7.89	67.00
700	9.40	72.60	700	9.46	45.73	700	9.21	74.26
800	10.74	86.90	800	10.81	52.00	800	10.53	80.22
900	12.08	91.78	900	12.16	56.29	900	11.84	86.23

1000	13.42	95.80	1000	13.51	64.23	1000	13.16	91.50
1100	14.77	99.14	1100	14.86	69.70	1100	14.47	96.24
1200	16.11	102.20	1200	16.22	75.13	1200	15.79	101.03
1300	17.45	105.34	1300	17.57	79.90	1300	17.10	105.54
1400	18.79	107.86	1400	18.92	86.60	1400	18.42	110.13
1500	20.13	110.56	1500	20.27	91.46	1500	19.74	113.34
1600	21.48	113.18	1600	21.62	96.00	1600	21.05	117.69
1700	22.82	116.10	1700	22.97	100.31	1700	22.37	121.40
1800	24.16	118.94	1800	24.32	104.02	1800	23.68	125.23
1900	25.50	121.44	1900	25.67	107.29	1900	25.00	128.83
2000	26.85	123.86	2000	27.03	110.78	2000	26.31	132.12
2100	28.19	125.46	2100	28.38	114.40	2100	27.63	135.63
2200	29.53	127.04	2200	29.73	117.59	2200	28.94	138.75
2300	30.87	129.10	2300	31.08	120.91	2300	30.26	141.83
2400	32.21	131.08	2400	32.43	124.11	2400	31.58	144.76
2500	33.56	133.48	2500	33.78	126.65	2500	32.89	147.30
2600	34.90	135.38	2600	35.13	130.39	2600	34.21	150.03
2700	36.24	136.92	2700	36.48	133.30	2700	35.52	152.81
2800	37.58	139.38	2800	37.84	136.41	2800	36.84	155.53
2900	38.93	141.00	2900	39.19	139.45	2900	38.15	158.15
2993	40.17	148.58	3000	40.54	141.98	3000	39.47	160.47
2476	33.23	153.06	3100	41.89	144.84	3031	39.88	162.49
			3139	42.42	147.75	2482	32.66	163.95
			2516	34.00	149.31			

Fuente: Elaboración propia, 2016.

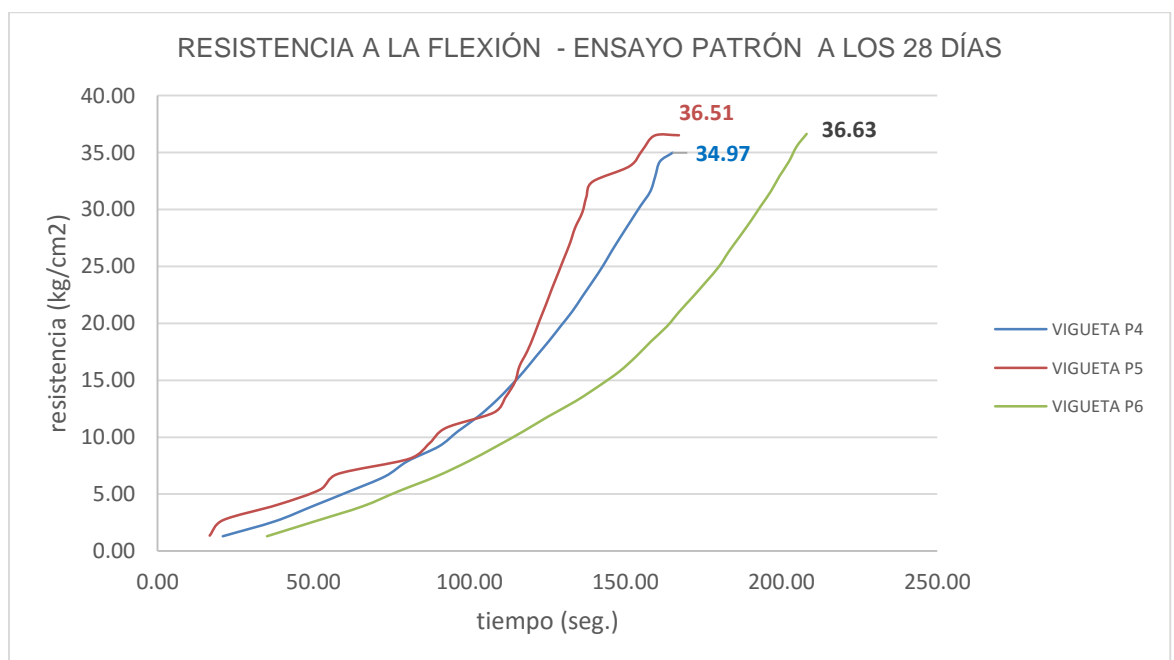
Tabla N° 29: Datos obtenidos de las 03 muestras con 1.2% de fibras de acero.

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO "1.2% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS"								
Nombre	VIGUETA 1.2% P4		Nombre	VIGUETA 1.2% P5		Nombre	VIGUETA 1.2% P6	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm²	seg.	kg	kg/cm²	seg.	kg	kg/cm²	seg.
100	1.34	6.56	100	1.35	15.46	100	1.32	15.46
200	2.68	15.51	200	2.70	28.31	200	2.63	28.31
300	4.03	23.18	300	4.05	37.85	300	3.95	37.85
400	5.37	32.81	400	5.41	49.85	400	5.26	49.85
500	6.71	41.54	500	6.76	59.64	500	6.58	59.64
600	8.05	50.60	600	8.11	68.85	600	7.89	68.85
700	9.40	62.98	700	9.46	77.98	700	9.21	77.98
800	10.74	74.62	800	10.81	86.51	800	10.53	86.51
900	12.08	87.31	900	12.16	95.34	900	11.84	95.34
1000	13.42	97.51	1000	13.51	103.27	1000	13.16	103.27

1100	14.77	110.18	1100	14.86	111.24	1100	14.47	111.24
1200	16.11	119.47	1200	16.22	119.11	1200	15.79	119.11
1300	17.45	129.76	1300	17.57	123.66	1300	17.10	123.66
1400	18.79	138.79	1400	18.92	129.69	1400	18.42	129.69
1500	20.13	147.85	1500	20.27	136.23	1500	19.74	136.23
1600	21.48	156.60	1600	21.62	142.09	1600	21.05	142.09
1700	22.82	165.36	1700	22.97	147.92	1700	22.37	147.92
1800	24.16	172.90	1800	24.32	154.22	1800	23.68	154.22
1900	25.50	180.14	1900	25.67	159.38	1900	25.00	159.38
2000	26.85	187.02	2000	27.03	164.72	2000	26.31	164.72
2100	28.19	193.64	2100	28.38	169.75	2100	27.63	169.75
2200	29.53	199.81	2200	29.73	173.71	2200	28.94	173.71
2300	30.87	207.04	2300	31.08	179.64	2300	30.26	179.64
2400	32.21	212.41	2400	32.43	184.13	2400	31.58	184.13
2500	33.56	217.92	2500	33.78	188.68	2500	32.89	188.68
2600	34.90	224.13	2600	35.13	193.20	2600	34.21	193.20
2700	36.24	229.40	2700	36.48	197.48	2700	35.52	197.48
2800	37.58	235.41	2800	37.84	201.99	2800	36.84	201.99
2823	37.89	240.38	2900	39.19	206.05	2900	38.15	206.05
2488	33.40	241.31	2978	40.24	210.25	2951	38.83	210.25
			2498	33.76	214.41	2468	32.47	214.41

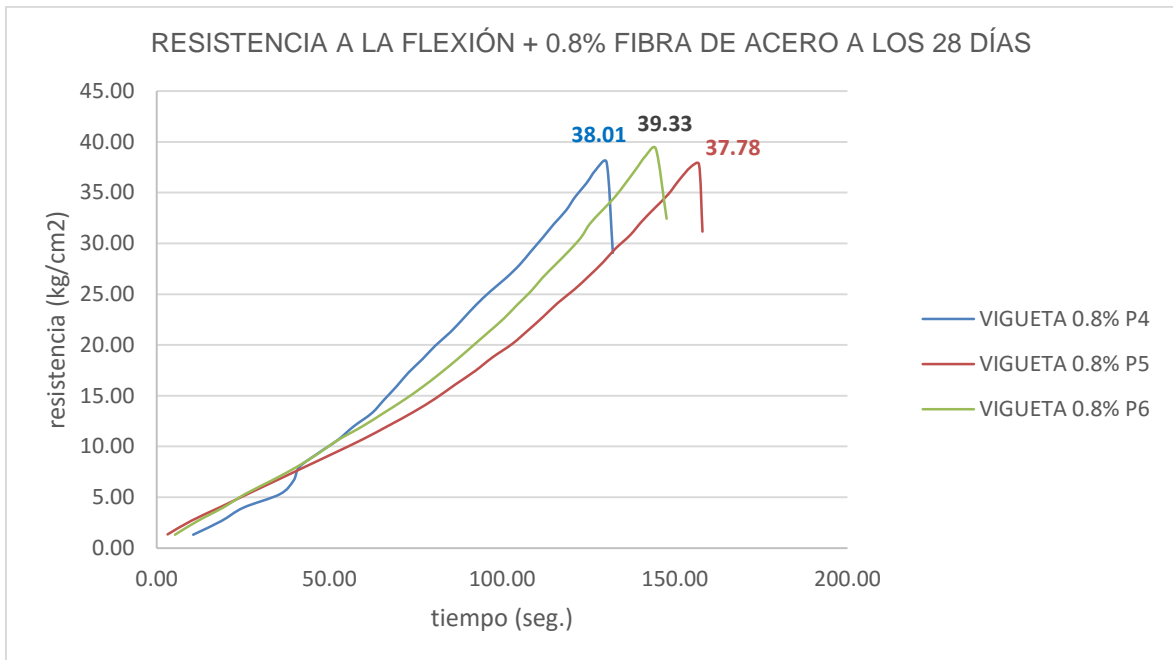
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Gráfico N° 7: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón. "P4, P5 y P6"



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Gráfico N° 8: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 0.8% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. "P4, P5 y P6"



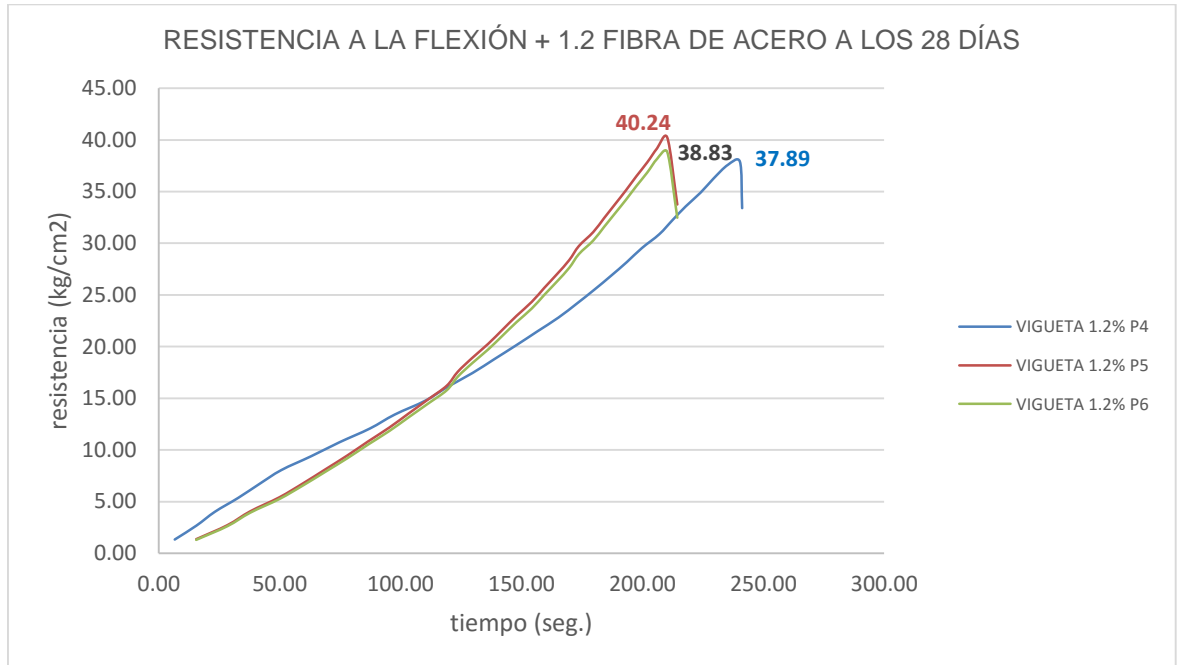
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Gráfico N° 9: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 1.0% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. "P4, P5 y P6"



Fuente: Elaboración propia, 2016.

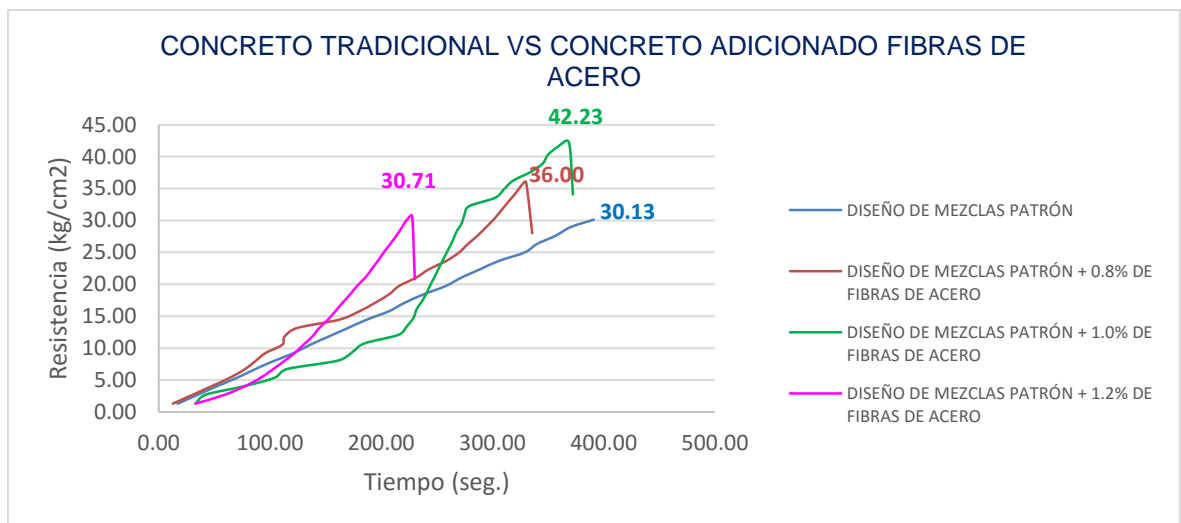
Gráfico N° 10: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 1.2% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. "P4, P5 y P6"



Fuente: Elaboración propia, 2016.

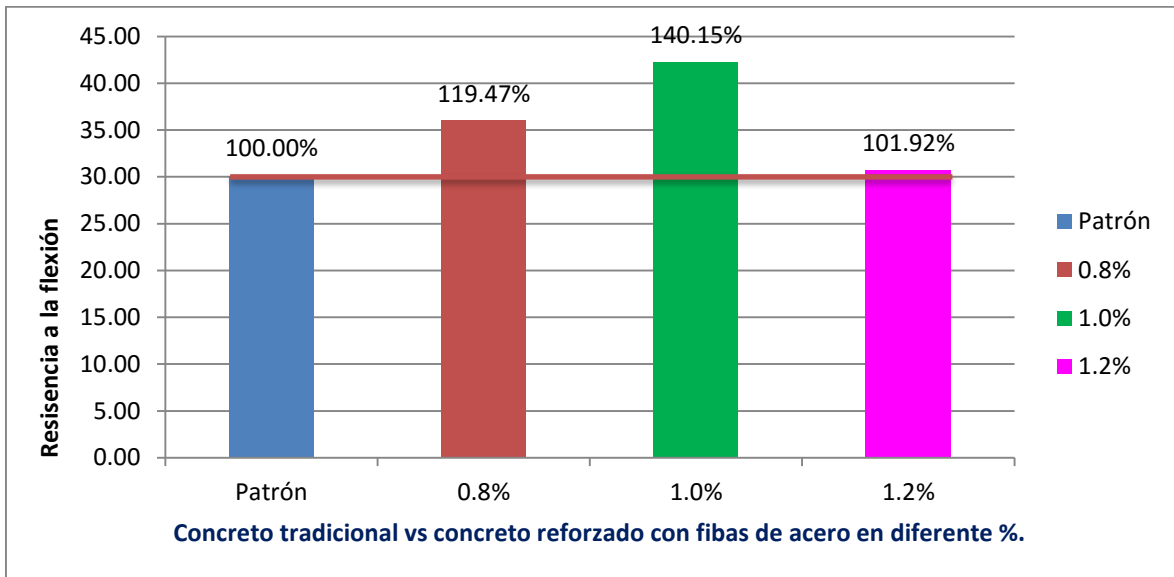
C.1 Comparación de los concretos a los 14 días.

Gráfico N° 11: Comparación del concreto patrón y reforzado, para pavimentos rígidos.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

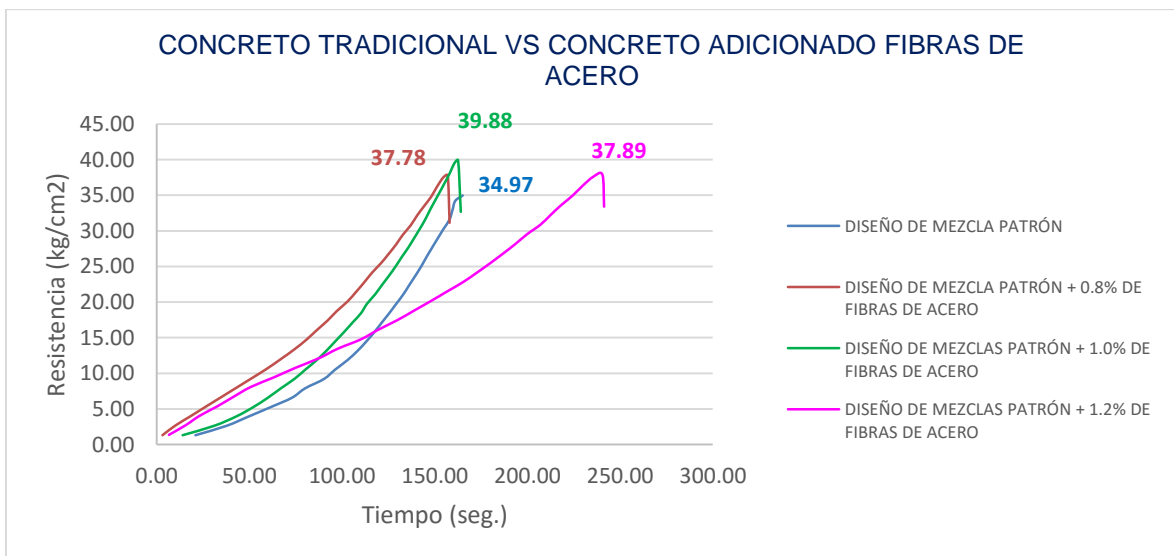
Gráfico N° 12: Diferencia de % que alcanza un concreto reforzado con fibras de acero.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

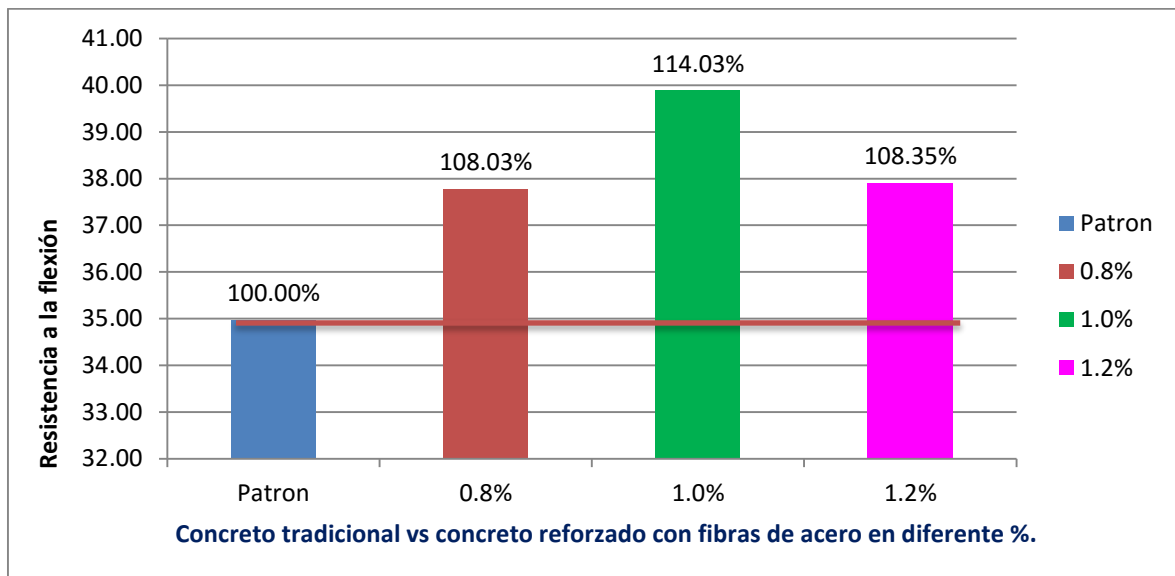
D.1 Comparación de los concretos a los 28 días.

Gráfico N° 13: Comparación del concreto patrón y reforzado, para pavimentos rígidos.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Gráfico N° 14: Diferencia de % que alcanza un concreto reforzado con fibras de acero.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

E.1 Concreto $f_c=280\text{kg/cm}^2$ ensayado a los 14 días.

Tabla N° 30: Datos obtenidos de las 03 muestras de diseño de mezclas patrón.

ENSAYO DE VIGUETAS PATRÓN A LOS 14 DÍAS								
Nombre	VIGUETA P1		Nombre	VIGUETA P2		Nombre	VIGUETA P3	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	15.10		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm²	seg.	kg	kg/cm²	seg.	kg	kg/cm²	seg.
100	1.32	11.24	100	1.35	33.98	100	1.32	46.40
200	2.63	20.97	200	2.70	66.94	200	2.63	65.90
300	3.95	34.45	300	4.05	76.63	300	3.95	79.12
400	5.26	44.43	400	5.41	88.92	400	5.26	90.34
500	6.58	64.51	500	6.76	100.14	500	6.58	99.79
600	7.89	73.70	600	8.11	107.40	600	7.89	107.81
700	9.21	83.62	700	9.46	113.52	700	9.21	115.08

800	10.53	91.43	800	10.81	119.48	800	10.53	121.62
900	11.84	97.86	900	12.16	124.67	900	11.84	133.88
1000	13.16	105.06	1000	13.51	130.59	1000	13.16	140.11
1100	14.47	119.76	1100	14.86	135.35	1100	14.47	149.79
1200	15.79	124.37	1200	16.22	139.82	1200	15.79	154.32
1300	17.10	128.64	1300	17.57	144.18	1300	17.10	158.01
1400	18.42	132.09	1400	18.92	148.39	1400	18.42	162.67
1500	19.74	135.85	1500	20.27	152.50	1500	19.74	166.76
1600	21.05	139.15	1600	21.62	157.24	1600	21.05	171.18
1700	22.37	142.78	1700	22.97	161.09	1700	22.37	175.47
1800	23.68	146.41	1800	24.32	165.13	1800	23.68	179.18
1900	25.00	149.50	1900	25.67	171.83	1900	25.00	182.54
2000	26.31	152.86	2000	27.03	175.72	2000	26.31	186.21
2100	27.63	155.89	2100	28.38	178.39	2100	27.63	189.73
2200	28.95	158.88	2200	29.73	181.47	2200	28.94	195.38
2300	30.26	161.99	2300	31.08	184.38	2300	30.26	198.44
2400	31.58	165.02	2400	32.43	187.57	2400	31.58	201.77
2500	32.89	168.10	2500	33.78	190.36	2500	32.89	204.96
2600	34.21	171.11	2600	35.13	193.28	2600	34.21	208.07
2700	35.52	173.70	2700	36.48	195.82	2700	35.52	211.13
2800	36.84	176.65	2800	37.84	198.34	2800	36.84	214.79
2900	38.16	179.20	2900	39.19	200.78	2900	38.15	217.66
3000	39.47	181.82	3000	40.54	203.75	3000	39.47	220.75
3100	40.79	184.28	3100	41.89	205.97	3100	40.79	223.78
3168	41.68	185.84	3200	43.24	208.86	3200	42.10	226.96
			3300	44.59	211.36	3300	43.42	229.92
			3400	45.94	213.83	3400	44.73	232.78
			3500	47.30	216.02	3500	46.05	236.10
			3600	48.65	218.98	3516	46.26	237.07
			3700	50.00	222.02			
			3800	51.35	224.17			
			3804	51.40	226.40			

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 31: Datos obtenidos de las 03 muestras con 0.8% de fibras de acero.

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO "0.8% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 14 DÍAS"								
Nombre	VIGUETA 0.8% P1		Nombre	VIGUETA 0.8% P2		Nombre	VIGUETA 0.8% P3	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	15.10		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm²	seg.	kg	kg/cm²	seg.	kg	kg/cm²	seg.
100	1.32	64.54	100	1.34	7.72	100	1.32	18.00
200	2.63	79.24	200	2.68	21.89	200	2.63	22.27
300	3.95	91.25	300	4.03	33.63	300	3.95	26.93
400	5.26	99.41	400	5.37	45.03	400	5.26	30.41
500	6.58	109.04	500	6.71	57.70	500	6.58	34.86
600	7.89	117.15	600	8.05	68.70	600	7.89	39.40
700	9.21	123.81	700	9.40	79.49	700	9.21	43.61
800	10.53	129.88	800	10.74	87.63	800	10.53	47.52
900	11.84	135.60	900	12.08	94.44	900	11.84	51.47

1000	13.16	141.22	1000	13.42	100.59	1000	13.16	55.08
1100	14.47	146.60	1100	14.77	107.54	1100	14.47	58.64
1200	15.79	151.71	1200	16.11	112.74	1200	15.79	61.50
1300	17.10	156.54	1300	17.45	118.30	1300	17.10	64.70
1400	18.42	161.19	1400	18.79	122.33	1400	18.42	67.78
1500	19.74	165.83	1500	20.13	126.21	1500	19.74	70.83
1600	21.05	169.96	1600	21.48	129.98	1600	21.05	73.35
1700	22.37	173.62	1700	22.82	133.65	1700	22.37	76.43
1800	23.68	177.73	1800	24.16	136.66	1800	23.68	78.94
1900	25.00	181.02	1900	25.50	140.24	1900	25.00	81.55
2000	26.31	184.47	2000	26.85	142.77	2000	26.31	84.02
2100	27.63	187.60	2100	28.19	146.58	2100	27.63	86.10
2200	28.95	191.05	2200	29.53	149.13	2200	28.94	88.57
2300	30.26	193.77	2300	30.87	151.78	2300	30.26	90.62
2400	31.58	197.15	2400	32.21	155.09	2400	31.58	92.56
2500	32.89	199.70	2500	33.56	157.30	2500	32.89	94.58
2600	34.21	202.52	2600	34.90	160.03	2600	34.21	96.54
2700	35.52	205.41	2700	36.24	162.85	2700	35.52	98.57
2800	36.84	208.63	2800	37.58	165.57	2800	36.84	100.51
2900	38.16	211.03	2900	38.93	168.05	2900	38.15	102.22
3000	39.47	213.43	3000	40.27	170.66	3000	39.47	104.18
3100	40.79	216.01	3100	41.61	173.29	3100	40.79	106.17
3164	41.63	219.01	3200	42.95	177.81	3200	42.10	108.38
1600	21.05	221.02	3300	44.30	179.77	3300	43.42	109.77
			3400	45.64	181.70	3400	44.73	111.28
			3500	46.98	183.80	3500	46.05	112.80
			3600	48.32	185.78	3600	47.36	114.77
			3700	49.66	188.30	3700	48.68	116.38
			3800	51.01	190.67	3743	49.25	117.59
			3887	52.17	192.76	1789	23.54	120.14
			1700	22.82	193.54			

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 32: Datos obtenidos de las 03 muestras con 1.0% de fibras de acero.

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO "1.0% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 14 DÍAS"								
Nombre	VIGUETA 1.0% P1		Nombre	VIGUETA 1.0% P2		Nombre	VIGUETA 1.0% P3	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm ²	seg.	kg	kg/cm ²	seg.	kg	kg/cm ²	seg.
100	1.34	28.12	100	1.35	30.31	100	1.32	62.07
200	2.68	43.55	200	2.70	33.57	200	2.63	76.62
300	4.03	53.83	300	4.05	38.03	300	3.95	89.98
400	5.37	63.06	400	5.41	42.23	400	5.26	103.57
500	6.71	71.60	500	6.76	46.66	500	6.58	107.86
600	8.05	78.86	600	8.11	52.89	600	7.89	122.07
700	9.40	84.94	700	9.46	59.30	700	9.21	129.70
800	10.74	91.26	800	10.81	65.34	800	10.53	133.07
900	12.08	96.85	900	12.16	69.92	900	11.84	138.21
1000	13.42	102.08	1000	13.51	73.91	1000	13.16	142.74

1100	14.77	106.64	1100	14.86	78.08	1100	14.47	149.94
1200	16.11	110.62	1200	16.22	81.99	1200	15.79	153.96
1300	17.45	114.93	1300	17.57	85.14	1300	17.10	157.85
1400	18.79	118.84	1400	18.92	88.61	1400	18.42	163.22
1500	20.13	122.42	1500	20.27	91.33	1500	19.74	165.66
1600	21.48	126.16	1600	21.62	94.22	1600	21.05	168.18
1700	22.82	129.71	1700	22.97	97.45	1700	22.37	170.24
1800	24.16	132.95	1800	24.32	99.85	1800	23.68	172.67
1900	25.50	136.23	1900	25.67	102.28	1900	25.00	175.38
2000	26.85	139.53	2000	27.03	104.41	2000	26.31	177.34
2100	28.19	142.18	2100	28.38	106.45	2100	27.63	179.85
2200	29.53	144.72	2200	29.73	108.53	2200	28.94	184.06
2300	30.87	146.95	2300	31.08	110.48	2300	30.26	186.57
2400	32.21	150.16	2400	32.43	112.33	2400	31.58	187.90
2500	33.56	152.30	2500	33.78	114.50	2500	32.89	189.90
2600	34.90	154.54	2600	35.13	116.10	2600	34.21	191.98
2700	36.24	156.63	2700	36.48	117.56	2700	35.52	194.07
2800	37.58	158.28	2800	37.84	119.19	2800	36.84	195.70
2900	38.93	159.82	2900	39.19	121.22	2900	38.15	197.49
3000	40.27	161.38	3000	40.54	122.68	3000	39.47	200.18
3100	41.61	162.89	3100	41.89	124.26	3100	40.79	202.58
3156	42.36	164.10	3200	43.24	126.27	3200	42.10	203.68
1800	24.16	169.20	3261	44.07	128.21	3247	42.72	204.88
			1890	25.54	129.56	1890	24.87	205.65

Fuente: Elaboración propia, 2016.

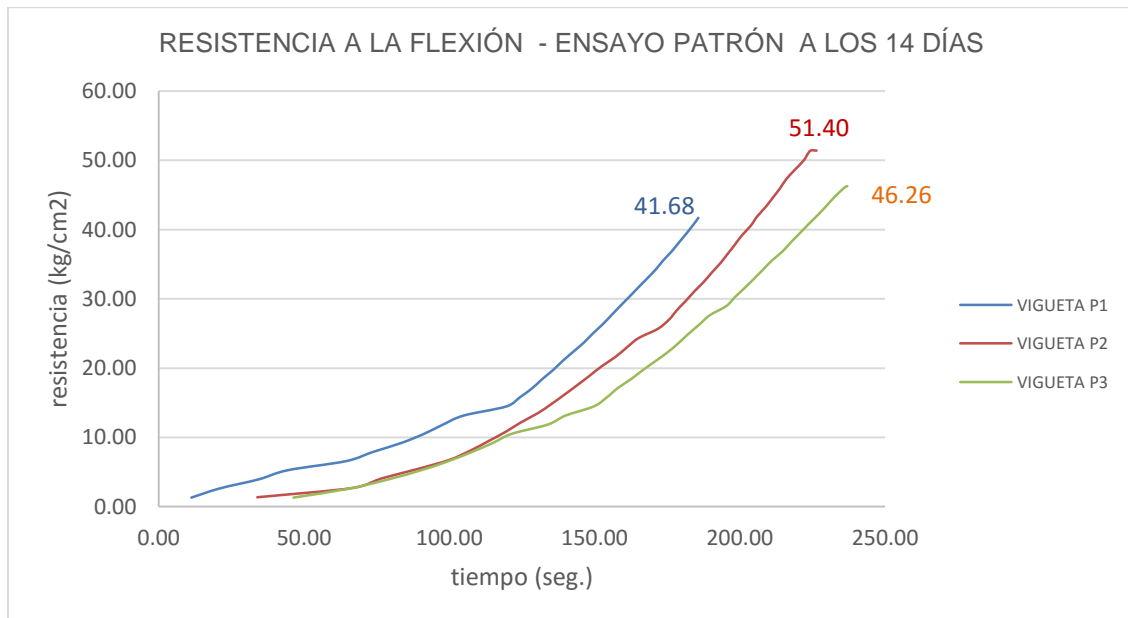
Tabla N° 33: Datos obtenidos de las 03 muestras con 1.2% de fibras de acero.

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO "1.2% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 14 DÍAS"								
Nombre	VIGUETA 1.2% P1		Nombre	VIGUETA 1.2% P2		Nombre	VIGUETA 1.2% P3	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm ²	seg.	kg	kg/cm ²	seg.	kg	kg/cm ²	seg.
100	1.34	6.25	100	1.35	7.71	100	1.32	25.24
200	2.68	16.37	200	2.70	19.47	200	2.63	33.99
300	4.03	25.49	300	4.05	29.36	300	3.95	46.53
400	5.37	35.38	400	5.41	40.73	400	5.26	56.20
500	6.71	43.85	500	6.76	48.18	500	6.58	65.94
600	8.05	51.30	600	8.11	54.41	600	7.89	75.86
700	9.40	57.88	700	9.46	61.53	700	9.21	87.13
800	10.74	64.20	800	10.81	67.63	800	10.53	101.82
900	12.08	69.85	900	12.16	73.73	900	11.84	108.85
1000	13.42	75.08	1000	13.51	79.11	1000	13.16	114.89
1100	14.77	80.20	1100	14.86	85.19	1100	14.47	121.74

1200	16.11	84.56	1200	16.22	90.12	1200	15.79	128.88
1300	17.45	89.21	1300	17.57	95.07	1300	17.10	134.01
1400	18.79	93.31	1400	18.92	100.97	1400	18.42	138.82
1500	20.13	96.94	1500	20.27	103.79	1500	19.74	145.43
1600	21.48	100.49	1600	21.62	108.57	1600	21.05	150.18
1700	22.82	106.12	1700	22.97	113.15	1700	22.37	155.05
1800	24.16	111.35	1800	24.32	119.89	1800	23.68	160.07
1900	25.50	116.13	1900	25.67	125.32	1900	25.00	165.72
2000	26.85	120.38	2000	27.03	130.25	2000	26.31	169.85
2100	28.19	125.00	2100	28.38	133.59	2100	27.63	174.98
2200	29.53	129.52	2200	29.73	137.65	2200	28.94	178.90
2300	30.87	133.08	2300	31.08	139.48	2300	30.26	182.62
2400	32.21	136.56	2400	32.43	142.73	2400	31.58	187.33
2500	33.56	138.79	2500	33.78	144.26	2500	32.89	191.51
2600	34.90	141.20	2600	35.13	147.88	2600	34.21	195.05
2698	36.21	144.32	2700	36.48	151.85	2700	35.52	199.52
1550	20.81	148.20	2800	37.84	154.30	2800	36.84	201.95
			2900	39.19	156.92	2897	38.12	204.84
			3000	40.54	162.24	1650	21.71	206.2
			3066	41.43	167.26			
			1600	21.62	170.00			

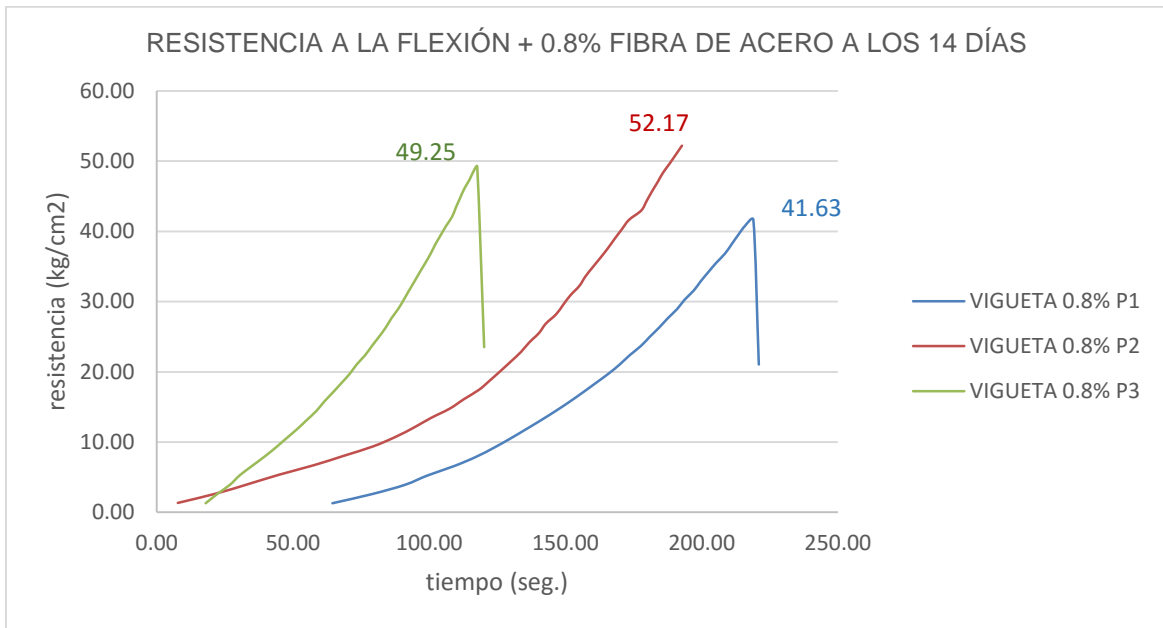
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Gráfico N° 15: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón. "P1, P2 y P3"



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Gráfico N° 16: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 0.8% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. "P1, P2 y P3"



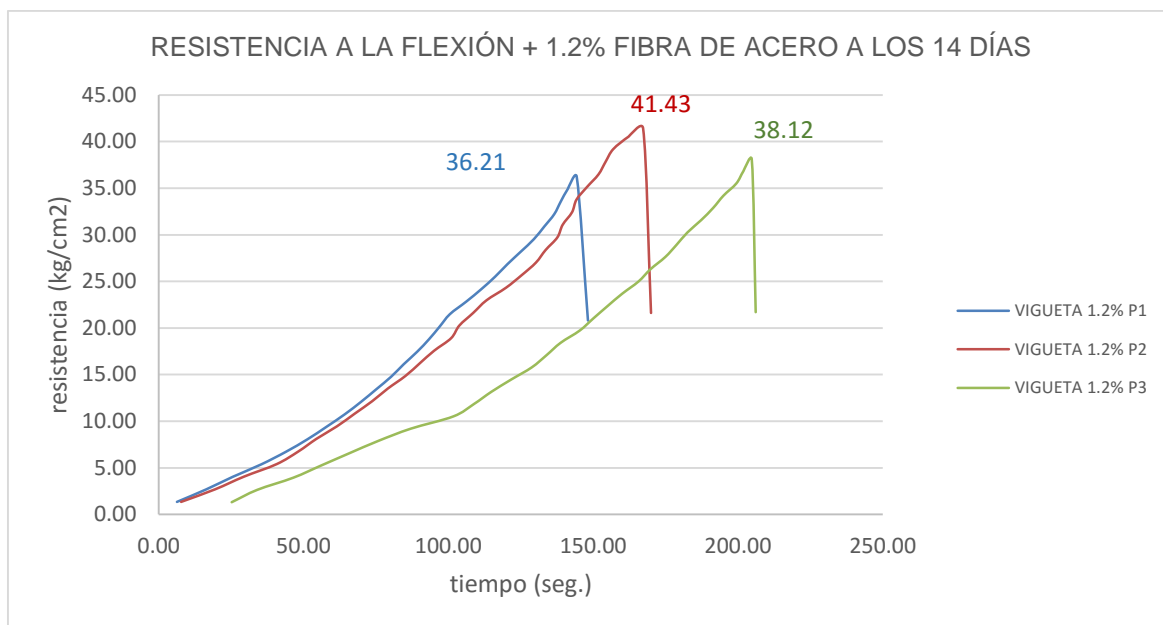
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Gráfico N° 17: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 1.0% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. "P1, P2 y P3"



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Gráfico N° 18: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 1.2% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. "P1, P2 y P3"



Fuente: Elaboración propia, 2016.

F.1 Concreto $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ ensayado a los 28 días.

Tabla N° 34: Datos obtenidos de las 03 muestras de diseño de mezclas patrón.

ENSAYO DE VIGUETAS PATRÓN A LOS 28 DÍAS								
Nombre	VIGUETA P4		Nombre	VIGUETA P5		Nombre	VIGUETA P6	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	15.10		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm²	seg.	kg	kg/cm²	seg.	kg	kg/cm²	seg.
100	1.32	7.61	100	1.35	25.62	100	1.32	35.02
200	2.63	22.68	200	2.70	57.71	200	2.63	61.58
300	3.95	35.12	300	4.05	104.38	300	3.95	97.83
400	5.26	48.58	400	5.41	120.79	400	5.26	111.06
500	6.58	61.29	500	6.76	134.70	500	6.58	124.07
600	7.89	73.52	600	8.11	146.42	600	7.89	136.16
700	9.21	86.23	700	9.46	157.96	700	9.21	148.19

800	10.53	98.67	800	10.81	169.39	800	10.53	158.47
900	11.84	109.61	900	12.16	179.76	900	11.84	168.83
1000	13.16	122.05	1000	13.51	189.95	1000	13.16	178.94
1100	14.47	129.71	1100	14.86	200.09	1100	14.47	188.17
1200	15.79	139.09	1200	16.22	209.80	1200	15.79	197.75
1300	17.10	146.67	1300	17.57	219.84	1300	17.10	206.80
1400	18.42	154.55	1400	18.92	227.53	1400	18.42	215.14
1500	19.74	161.97	1500	20.27	235.74	1500	19.74	223.35
1600	21.05	169.41	1600	21.62	243.33	1600	21.05	231.98
1700	22.37	176.38	1700	22.97	251.12	1700	22.37	239.23
1800	23.68	183.56	1800	24.32	258.60	1800	23.68	247.12
1900	25.00	190.17	1900	25.67	265.31	1900	25.00	253.37
2000	26.31	196.61	2000	27.03	271.31	2000	26.31	259.86
2100	27.63	203.23	2100	28.38	277.28	2100	27.63	265.99
2200	28.95	209.36	2200	29.73	282.51	2200	28.94	272.08
2300	30.26	215.65	2300	31.08	287.24	2300	30.26	277.64
2400	31.58	221.20	2400	32.43	291.86	2400	31.58	282.89
2500	32.89	226.70	2500	33.78	297.05	2500	32.89	287.13
2600	34.21	233.05	2600	35.13	301.70	2600	34.21	291.19
2700	35.52	238.26	2700	36.48	306.35	2700	35.52	295.42
2800	36.84	243.83	2800	37.84	310.37	2800	36.84	300.38
2900	38.16	249.05	2900	39.19	314.94	2900	38.15	304.94
3000	39.47	254.93	3000	40.54	319.53	3000	39.47	309.17
3100	40.79	260.55	3100	41.89	323.77	3100	40.79	313.31
3200	42.10	290.00	3200	43.24	327.91	3200	42.10	317.40
3276	43.10	292.36	3300	44.59	332.26	3300	43.42	321.70
			3400	45.94	336.82	3350	44.08	325.71
			3478	47.00	341.49			

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 35: Datos obtenidos de las 03 muestras con 0.8% de fibras de acero.

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO "0.8% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS"								
Nombre	VIGUETA 0.8% P4		Nombre	VIGUETA 0.8% P5		Nombre	VIGUETA 0.8% P6	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	45.20	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	45.20	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	45.20
	Ancho medio de probeta:	15.10		Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	15.00		altura media de probeta	15.00		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm ²	seg.	kg	kg/cm ²	seg.	kg	kg/cm ²	seg.
100	1.33	97.28	100	1.34	22.07	100	1.33	52.78
200	2.66	118.62	200	2.68	33.74	200	2.66	65.48
300	3.99	135.55	300	4.02	43.24	300	3.99	72.41
400	5.32	149.91	400	5.36	51.58	400	5.32	79.25
500	6.65	163.34	500	6.70	59.58	500	6.65	87.80
600	7.98	175.24	600	8.04	67.74	600	7.98	93.81
700	9.31	185.08	700	9.37	75.87	700	9.31	100.50
800	10.64	194.72	800	10.71	83.47	800	10.64	106.40
900	11.97	203.45	900	12.05	90.56	900	11.97	112.04
1000	13.30	211.50	1000	13.39	98.72	1000	13.30	116.77

1100	14.63	218.52	1100	14.73	107.01	1100	14.63	120.94
1200	15.96	225.38	1200	16.07	116.78	1200	15.96	124.88
1300	17.30	231.70	1300	17.41	122.69	1300	17.30	128.48
1400	18.63	238.31	1400	18.75	128.46	1400	18.63	132.10
1500	19.96	244.86	1500	20.09	134.36	1500	19.96	135.12
1600	21.29	252.95	1600	21.43	139.21	1600	21.29	138.85
1700	22.62	257.14	1700	22.77	145.02	1700	22.62	141.11
1800	23.95	263.34	1800	24.11	150.18	1800	23.95	145.35
1900	25.28	268.75	1900	25.45	155.18	1900	25.28	150.07
2000	26.61	274.32	2000	26.79	159.28	2000	26.61	151.89
2100	27.94	279.95	2100	28.12	163.73	2100	27.94	154.86
2200	29.27	285.02	2200	29.46	168.17	2200	29.27	157.99
2300	30.60	289.67	2300	30.80	170.95	2300	30.60	160.91
2400	31.93	294.75	2400	32.14	174.56	2400	31.93	163.63
2500	33.26	299.69	2500	33.48	178.00	2500	33.26	166.60
2600	34.59	304.96	2600	34.82	181.57	2600	34.59	169.74
2700	35.92	310.00	2700	36.16	184.98	2700	35.92	172.54
2800	37.25	314.67	2800	37.50	188.35	2800	37.25	175.16
2900	38.58	319.29	2900	38.84	191.28	2900	38.58	177.33
3000	39.91	323.57	3000	40.18	194.26	3000	39.91	179.39
3100	41.24	328.35	3100	41.52	198.08	3100	41.24	182.08
3200	42.57	333.27	3200	42.86	200.75	3200	42.57	184.34
3300	43.90	338.22	3300	44.20	203.68	3300	43.90	187.90
3400	45.23	342.61	3400	45.53	206.56	3400	45.23	190.26
3500	46.56	346.87	3470	46.47	209.42	3500	46.56	193.22
3600	47.89	350.96	2000	26.79	210.41	3600	47.89	195.87
3700	49.22	354.82				3700	49.22	199.56
3733	49.66	356.88				3800	50.55	201.81
2000	26.61	357.00				3900	51.89	205.37
						4000	53.22	209.15
						4044	53.80	212.40
						4044	53.80	214.23

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 36: Datos obtenidos de las 03 muestras con 1.0% de fibras de acero.

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO "1.0% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS"								
Nombre	VIGUETA 1.0% P4		Nombre	VIGUETA 1.0% P5		Nombre	VIGUETA 1.0% P6	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm²	seg.	kg	kg/cm²	seg.	kg	kg/cm²	seg.
100	1.34	6.97	100	1.35	44.06	100	1.32	26.29
200	2.68	13.03	200	2.70	55.60	200	2.63	42.69
300	4.03	19.18	300	4.05	64.36	300	3.95	54.29
400	5.37	26.70	400	5.41	72.92	400	5.26	65.58
500	6.71	31.92	500	6.76	81.66	500	6.58	75.56
600	8.05	37.81	600	8.11	88.86	600	7.89	97.37
700	9.40	42.41	700	9.46	95.78	700	9.21	99.97
800	10.74	46.03	800	10.81	101.45	800	10.53	107.52
900	12.08	52.10	900	12.16	106.57	900	11.84	114.18
1000	13.42	56.26	1000	13.51	111.30	1000	13.16	120.38

1100	14.77	60.83	1100	14.86	115.70	1100	14.47	126.02
1200	16.11	64.50	1200	16.22	119.90	1200	15.79	136.45
1300	17.45	66.26	1300	17.57	123.99	1300	17.10	141.49
1400	18.79	69.35	1400	18.92	127.93	1400	18.42	146.07
1500	20.13	70.50	1500	20.27	131.36	1500	19.74	147.27
1600	21.48	74.82	1600	21.62	134.70	1600	21.05	150.68
1700	22.82	78.66	1700	22.97	138.03	1700	22.37	152.41
1800	24.16	82.15	1800	24.32	141.12	1800	23.68	154.98
1900	25.50	86.16	1900	25.67	144.01	1900	25.00	158.83
2000	26.85	88.70	2000	27.03	147.25	2000	26.31	162.08
2100	28.19	91.65	2100	28.38	150.20	2100	27.63	165.57
2200	29.53	94.71	2200	29.73	152.82	2200	28.94	168.58
2300	30.87	97.95	2300	31.08	155.35	2300	30.26	171.16
2400	32.21	100.51	2400	32.43	157.81	2400	31.58	173.67
2500	33.56	103.85	2500	33.78	160.25	2500	32.89	176.29
2600	34.90	105.68	2600	35.13	162.86	2600	34.21	178.94
2700	36.24	108.15	2700	36.48	165.03	2700	35.52	181.35
2800	37.58	110.91	2800	37.84	167.27	2788	36.68	184.55
2900	38.93	113.57	2900	39.19	169.47	1800	23.68	185.66
3000	40.27	115.08	3000	40.54	171.51			
3100	41.61	119.48	3100	41.89	173.76			
3200	42.95	121.41	3200	43.24	176.61			
3260	43.76	123.16	3300	44.59	179.17			
1700	22.82	124.16	3341	45.15	181.06			
			1800	24.32	182.01			

Fuente: Elaboración propia, 2016.

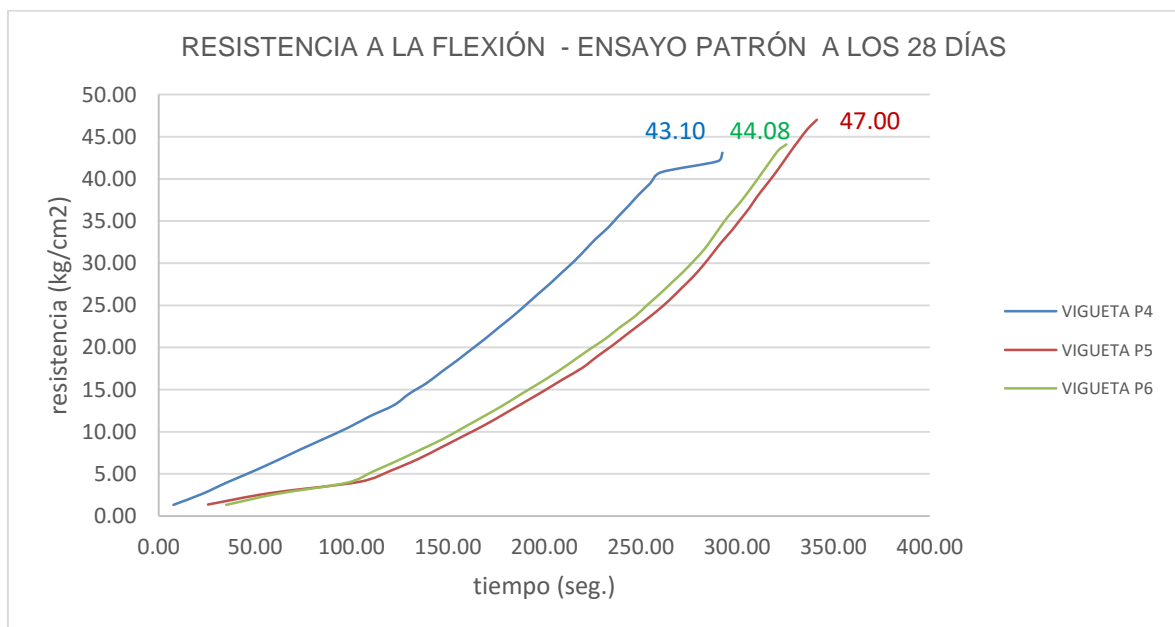
Tabla N° 37: Datos obtenidos de las 03 muestras con 1.2% de fibras de acero.

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO "1.2% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS"								
Nombre	VIGUETA 1.2% P4		Nombre	VIGUETA 1.2% P5		Nombre	VIGUETA 1.2% P6	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm ²	seg.	kg	kg/cm ²	seg.	kg	kg/cm ²	seg.
100	1.34	98.11	100	1.35	13.57	100	1.32	14.14
200	2.68	113.52	200	2.70	23.70	200	2.63	27.01
300	4.03	124.54	300	4.05	32.23	300	3.95	38.72
400	5.37	133.05	400	5.41	40.35	400	5.26	49.42
500	6.71	141.72	500	6.76	48.87	500	6.58	56.55
600	8.05	148.67	600	8.11	55.96	600	7.89	62.50
700	9.40	154.92	700	9.46	62.91	700	9.21	69.13
800	10.74	161.22	800	10.81	69.55	800	10.53	74.38
900	12.08	166.75	900	12.16	75.69	900	11.84	79.79
1000	13.42	172.23	1000	13.51	81.39	1000	13.16	84.45

1100	14.77	179.58	1100	14.86	86.37	1100	14.47	89.50
1200	16.11	183.33	1200	16.22	92.13	1200	15.79	93.57
1300	17.45	187.16	1300	17.57	96.75	1300	17.10	98.25
1400	18.79	191.18	1400	18.92	101.17	1400	18.42	102.23
1500	20.13	195.13	1500	20.27	105.73	1500	19.74	106.62
1600	21.48	199.45	1600	21.62	110.32	1600	21.05	110.82
1700	22.82	203.15	1700	22.97	114.92	1700	22.37	114.58
1800	24.16	206.78	1800	24.32	118.91	1800	23.68	118.51
1900	25.50	210.59	1900	25.67	123.41	1900	25.00	122.21
2000	26.85	214.26	2000	27.03	127.01	2000	26.31	125.62
2100	28.19	217.47	2100	28.38	130.60	2100	27.63	128.61
2200	29.53	220.90	2200	29.73	134.17	2200	28.94	131.57
2300	30.87	224.20	2300	31.08	137.81	2300	30.26	135.00
2400	32.21	227.46	2400	32.43	141.34	2400	31.58	138.19
2500	33.56	230.12	2500	33.78	144.95	2500	32.89	140.97
2600	34.90	233.31	2600	35.13	148.27	2600	34.21	143.80
2700	36.24	236.72	2700	36.48	151.55	2700	35.52	146.45
2800	37.58	239.44	2800	37.84	154.97	2800	36.84	148.97
2900	38.93	242.47	2900	39.19	157.93	2900	38.15	151.43
2909	39.05	244.59	3000	40.54	160.68	3000	39.47	154.04
1786	23.97	245.81	3100	41.89	163.45	3100	40.79	156.77
			3200	43.24	166.11	3200	42.10	159.09
			3300	44.59	168.62	3282	43.18	162.62
			3400	45.94	171.34	1900	25.00	163.25
			3500	47.30	174.16			
			3600	48.65	176.52			
			3700	50.00	179.28			
			3701	50.01	200.46			
			1900	25.67	203.25			

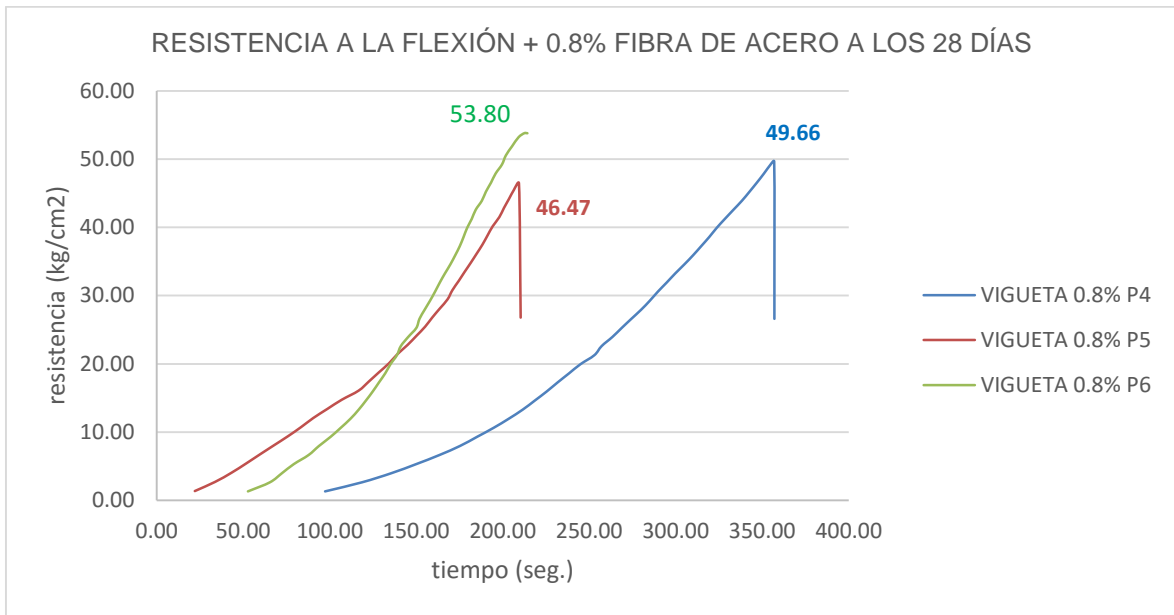
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Gráfico N° 19: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón. "P4, P5 y P6"



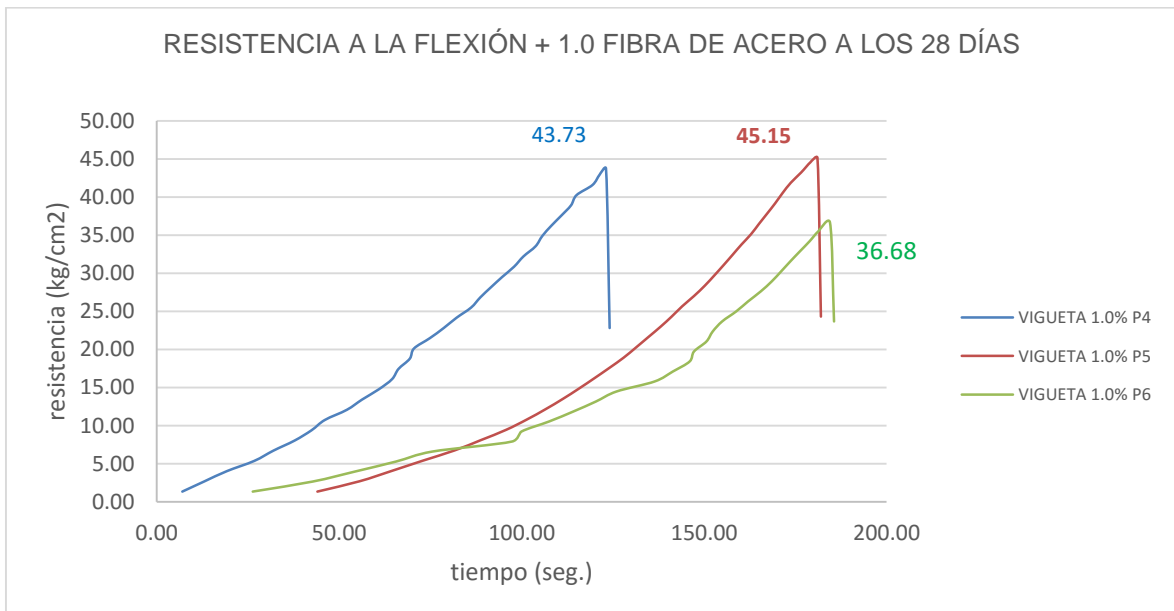
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Gráfico N° 20: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 0.8% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. "P4, P5 y P6"



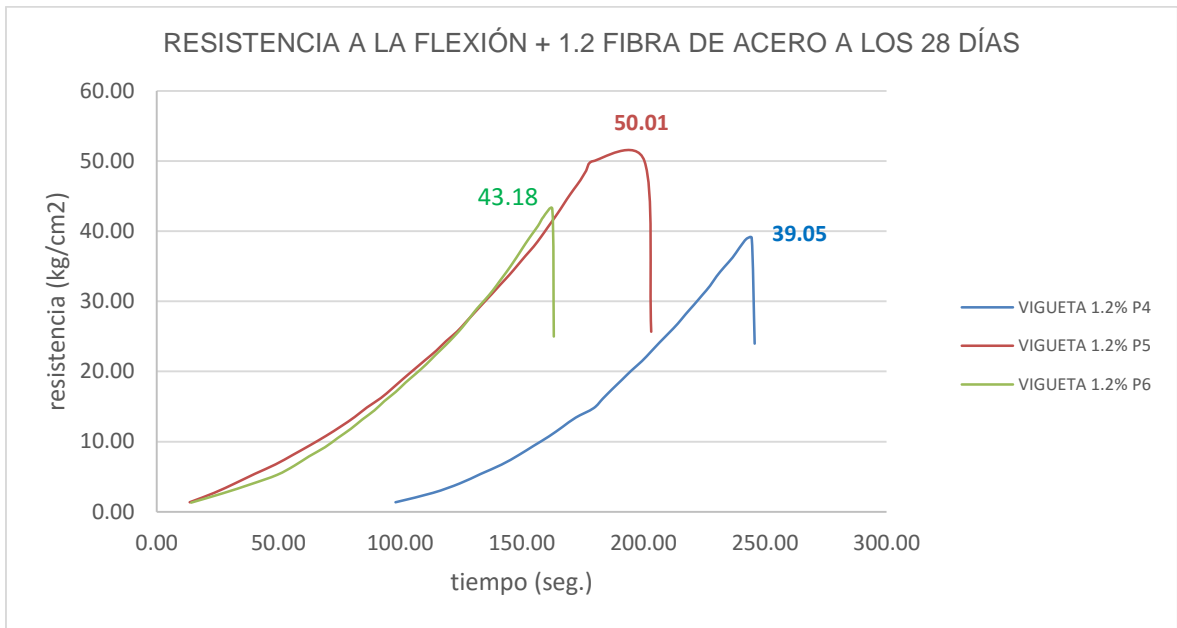
Fuente: Elaboración propia, 2016

Gráfico N° 21: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 1.0% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. "P4, P5 y P6"



Fuente: Elaboración propia, 2016.

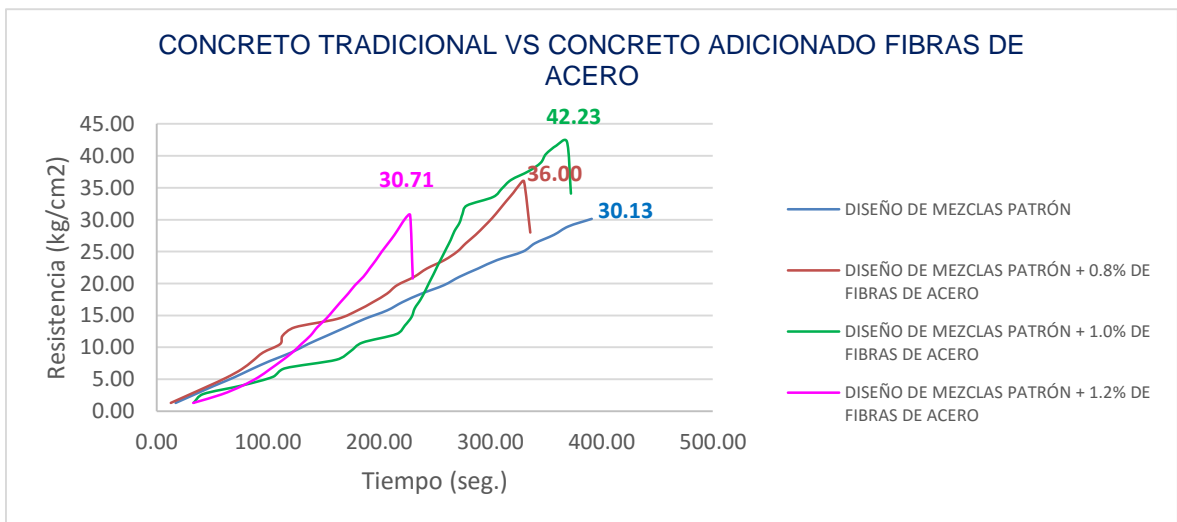
Gráfico N° 22: Ensayo de 03 viguetas de diseño de mezclas patrón con adición de 1.2% de fibras de acero con respecto al peso del concreto. "P4, P5 y P6"



Fuente: Elaboración propia, 2016.

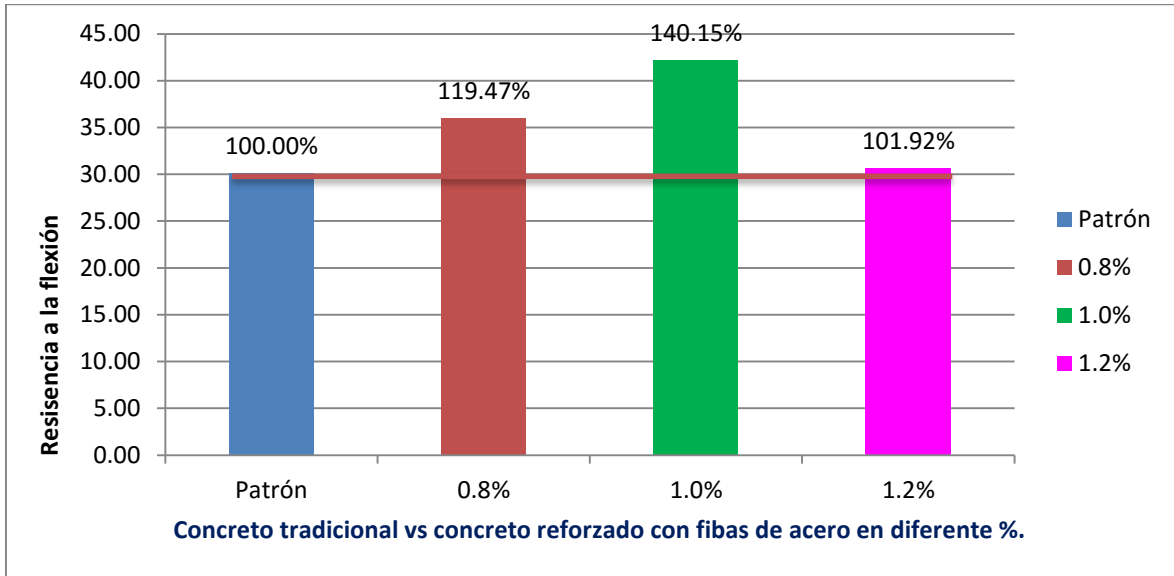
G.1 Comparación de los concretos a los 14 días $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Gráfico N° 23: Comparación del concreto patrón y reforzado, para pavimentos rígidos.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

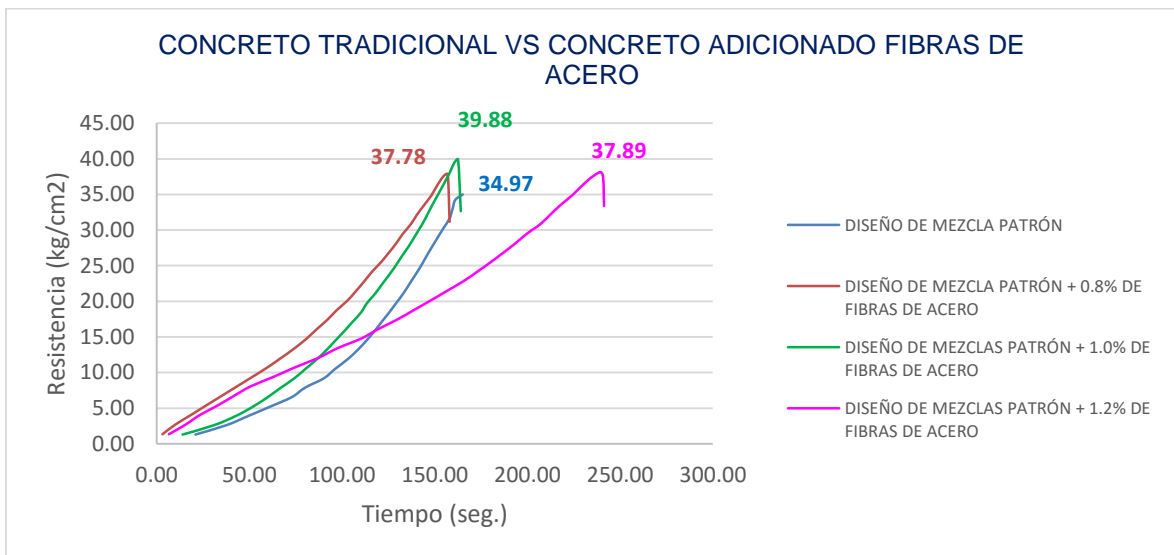
Gráfico N° 24: Diferencia de % que alcanza un concreto reforzado con fibras de acero.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

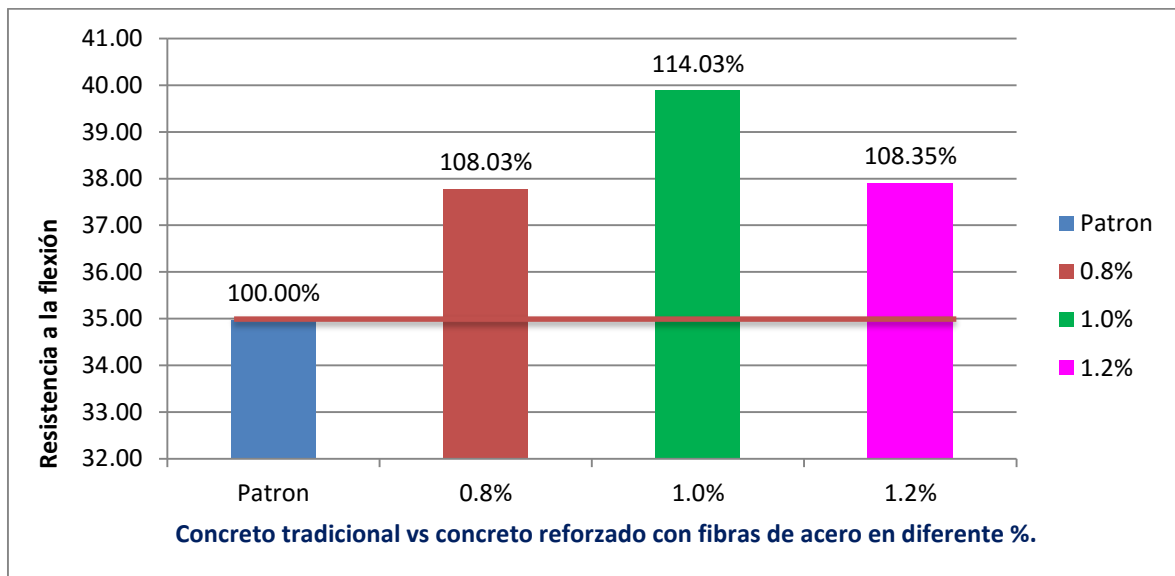
H.1 Comparación de los concretos a los 28 días $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Gráfico N° 25: Comparación del concreto patrón y reforzado, para pavimentos rígidos.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

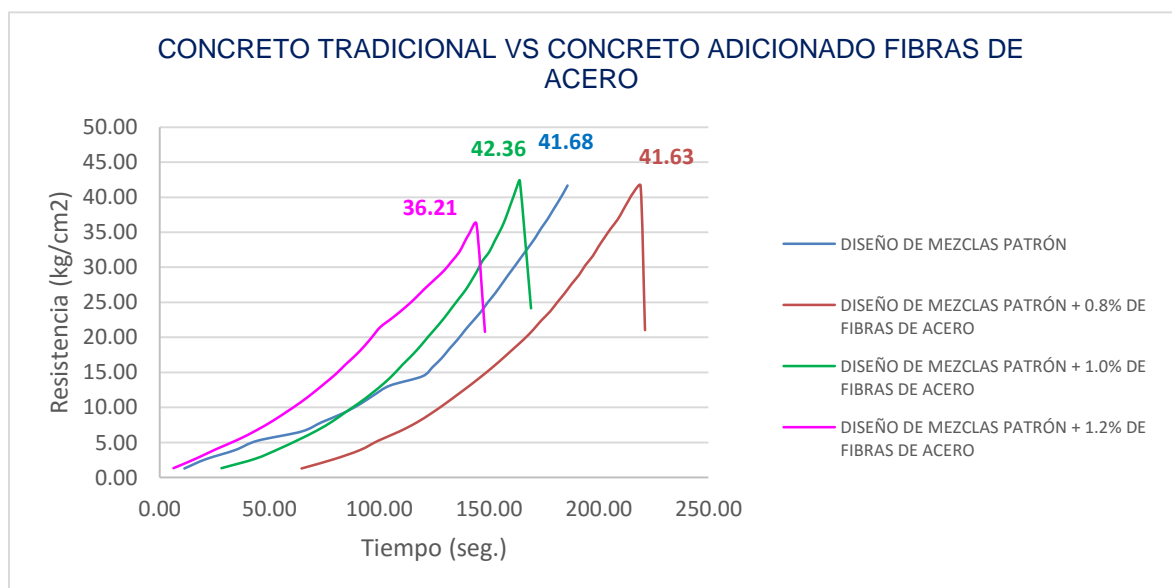
Gráfico N° 26: Diferencia de % que alcanza un concreto reforzado con fibras de acero.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

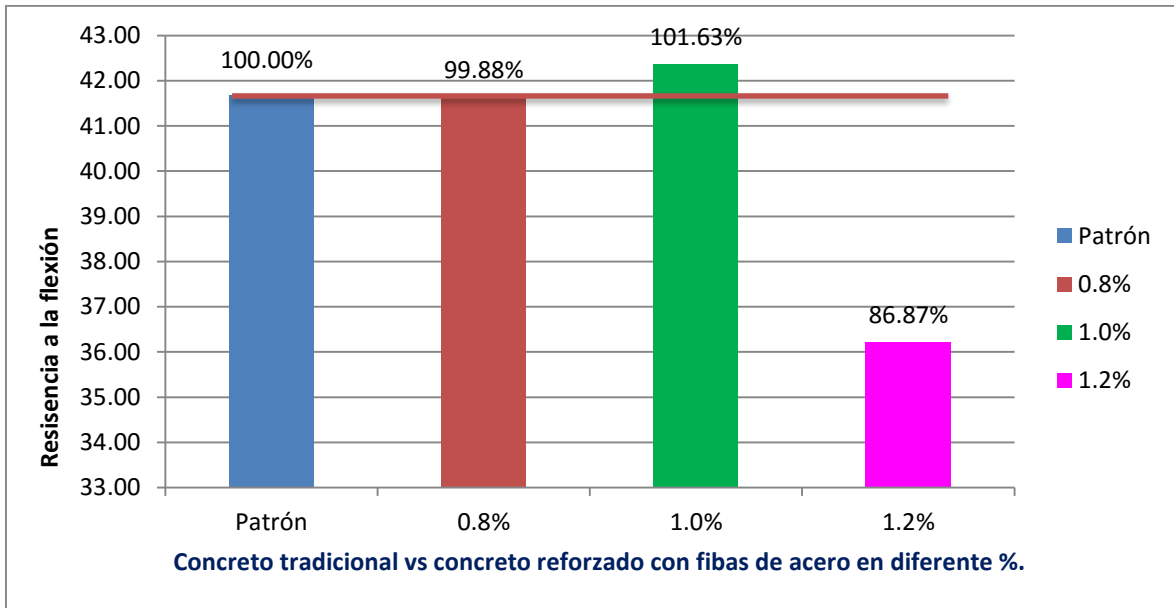
I.1 Comparación de los concretos a los 14 días $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

Gráfico N° 27: Comparación del concreto patrón y reforzado, para pavimentos rígidos.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

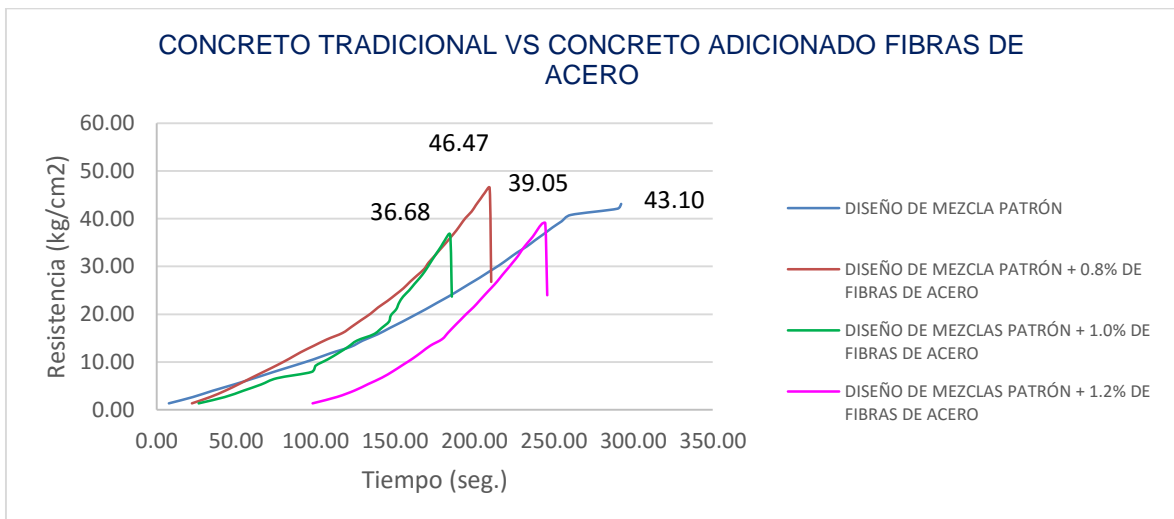
Gráfico N° 28: Diferencia de % que alcanza un concreto reforzado con fibras de acero.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

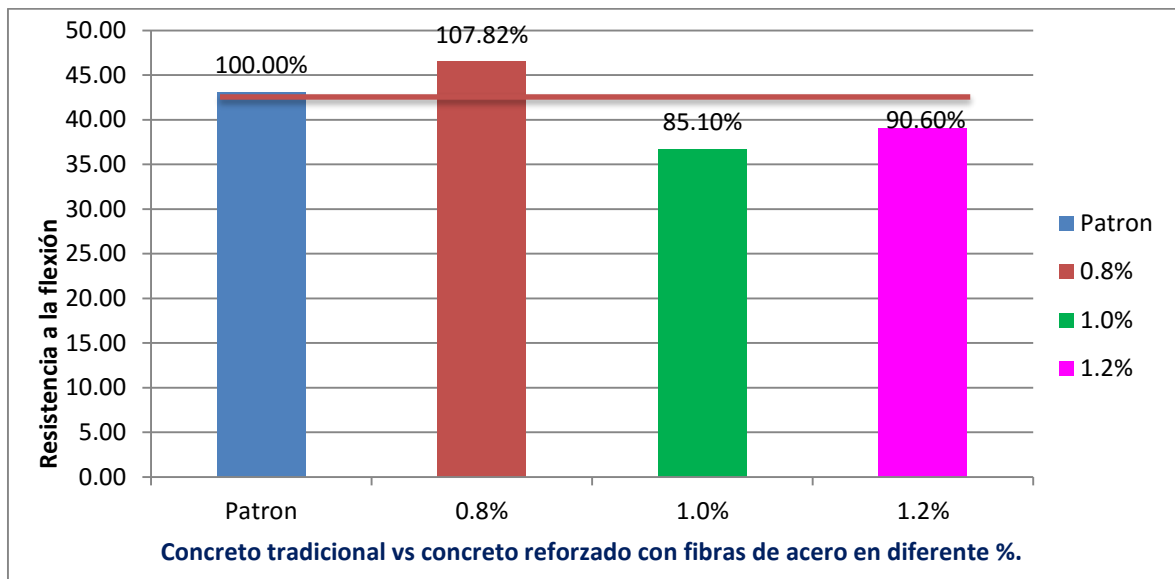
J.1 Comparación de los concretos a los 28 días $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

Gráfico N° 29: Comparación del concreto patrón y reforzado, para pavimentos rígidos.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Gráfico N° 30: Diferencia de % que alcanza un concreto reforzado con fibras de acero.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN

Se analizaron los resultados de las características físicas y mecánicas de los agregados.

Se analizaron los resultados de los ensayos al concreto en estado fresco.

Se evaluó la resistencia a la flexión de cada muestra de viguetas con diseño de mezcla patrón y con adición de fibras de acero en diferentes porcentajes.

Discusión de resultados de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados:

Los resultados realizados a los agregados se presentan según las especificaciones de la norma NTP 400.037/ASTM C 33.

A. Agregado Grueso:

Granulometría: De la gráfica N° 01 se observa que la granulometría del agregado grueso cumple con los límites del HUSO #6, adjuntado en el Anexo N° 01.

Los resultados mostrados en la Tabla N° 03, son características propias del agregado grueso, las cuales nos sirvieron para el diseño de mezclas patrón.

B. Agregado Fino:

Granulometría: de la gráfica N° 02 se observa que la granulometría del agregado fino cumple con los límites del HUSO de la norma NTP 400.037/ASTM C33.

Los resultados mostrados en la Tabla N° 04, son características propias del agregado fino, las cuales nos sirvió para el diseño de mezclas patrón.

Discusión de resultados del concreto fresco:

A. Concreto del Diseño de Mezcla Patrón:

El asentamiento (NTP 339.035/ASTM C 143), se consideró asentamiento plástico (3" – 4"), el cual en la Tabla N° 10, se muestra que cumple con el diseño planteado en el diseño de mezcla (3 1/2 ").

El peso unitario se realizó de acuerdo a las normas NTP 339.046/ASTM C 138, mostrándose en la Tabla N° 10, que el peso unitario está en el rango de 2240 kg/m³ a 2460 kg/m³, cumpliendo con el peso unitario de un concreto normal.

El contenido de aire (NTP 339.046/ASTM C138), se puede observar en la tabla N° 10, que los valores del contenido de aire son menores de 2%, el cual cumple con nuestro diseño de mezclas teórico.

La temperatura del concreto varía de 17.4°C a 19.7°C, los cuales cumple con los rangos de 15 a 25°C, de la norma NTP 339.184/ ASTM C1064.

B. Concreto con adición de fibras de acero a diferentes porcentajes.

El asentamiento (NTP 339.035/ASTM C 143), se consideró asentamiento plástico (3" – 4"), el cual en la Tabla N° 11, se muestra que cumple con el diseño planteado en el diseño de mezcla (3 ").

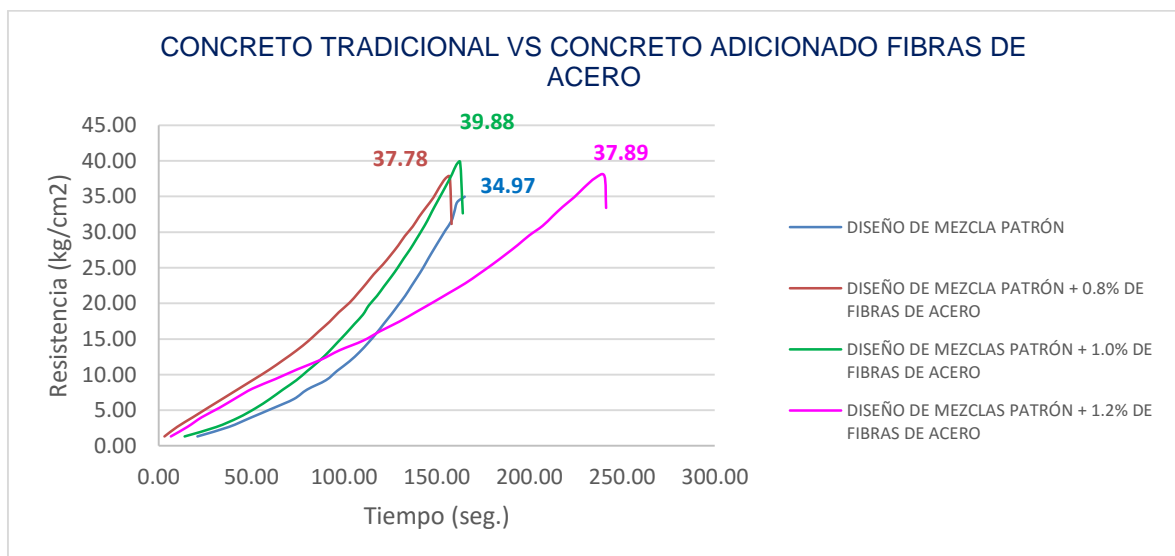
El peso unitario se realizó de acuerdo a las normas ASTM C 138/NTP 339.046, Mostrándose en las tablas 11, 12, 13 y 14, que el peso unitario está en el rango de 2240 kg/m³ a 2460 kg/m³, cumpliendo con el peso unitario de un concreto normal.

El contenido de aire (ASTM C138/NTP 339.046), se puede observar en las tablas 11, 12, 13 y 14, que los valores del contenido de aire son menores de 2%, el cual cumple con nuestro diseño de mezclas teórico.

Discusión de resultados del concreto endurecido:

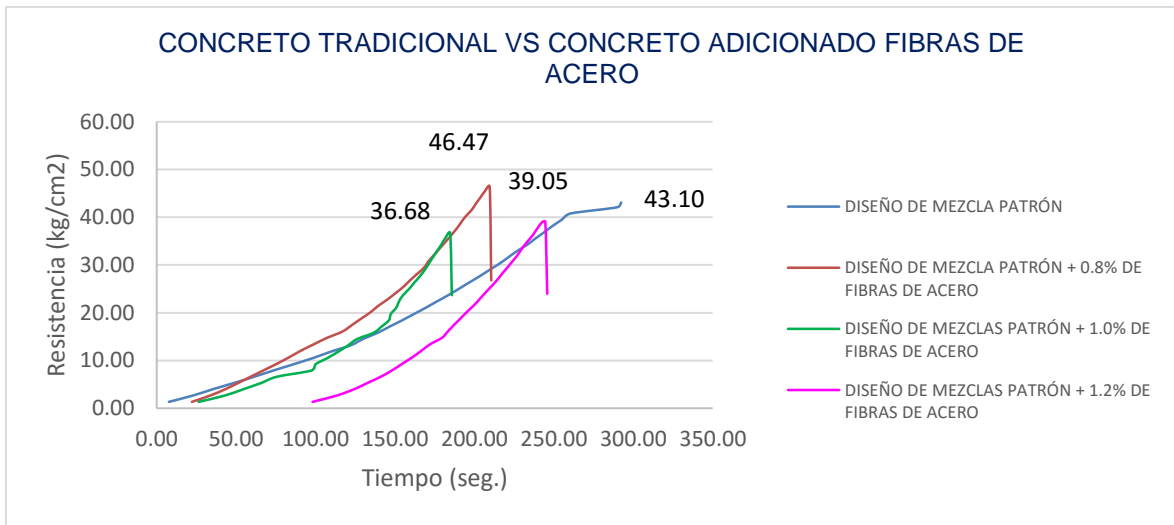
A continuación, se muestra la tabla N° 21, en que se ha recolectado los datos de los resultados anteriormente presentados, para hacer el análisis de la comparación en la resistencia a la flexión de un concreto reforzado con fibras de acero con respecto a un concreto tradicional.

Gráfico N° 31: Comparación del concreto patrón y reforzado, para pavimentos rígidos $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$



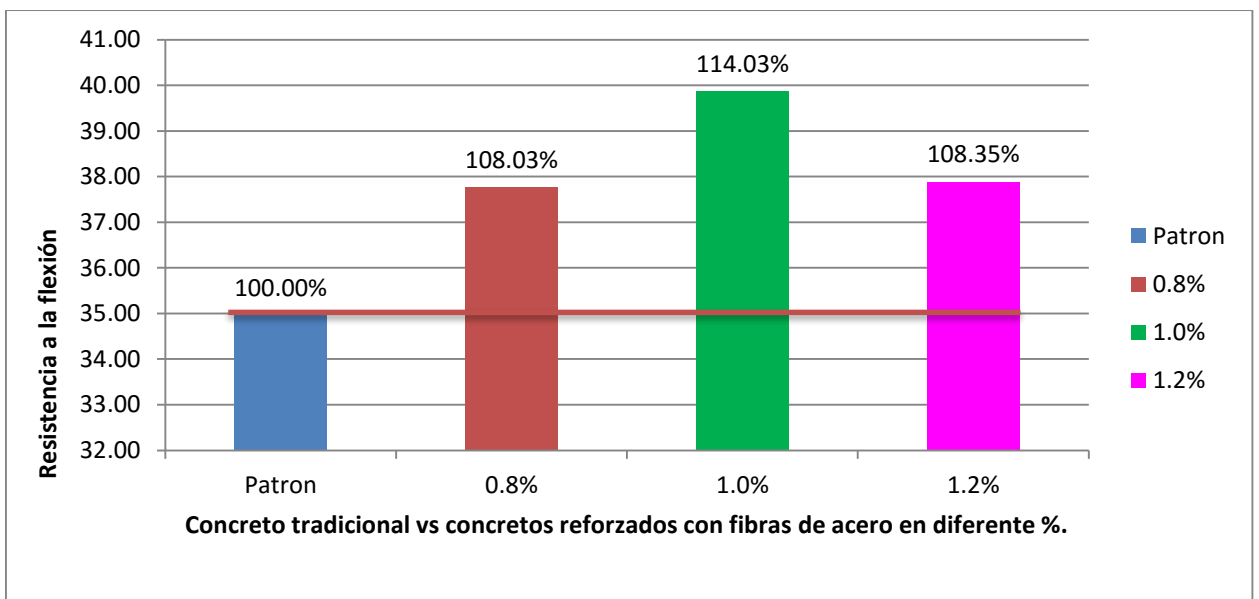
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Gráfico N° 32: Comparación del concreto patrón y reforzado, para pavimentos rígidos. $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$



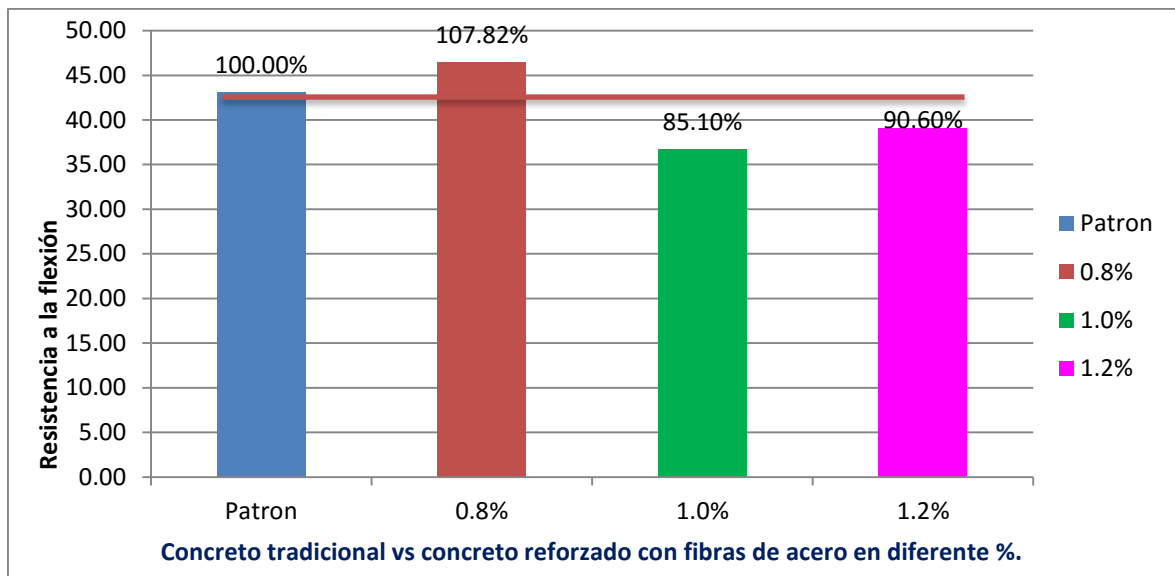
Fuente: Elaboración propia, 2016

Gráfico N° 33: Diferencia de % que alcanza un concreto reforzado con fibras de acero $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Gráfico N° 34: Diferencia de % que alcanza un concreto reforzado con fibras de acero $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

De la gráfica anterior se puede apreciar que la adición de la fibra de acero en diferentes porcentajes aumenta su resistencia a la flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

CONCLUSIONES

- ✓ Se concluye que la hipótesis cumple parcialmente, debido a que cumple en aumentar la resistencia del concreto $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$, que al adicionarle 0.8% aumenta 8.03%, al adicionarle 1.0% aumenta 14.03% y al adicionarle 1.2% aumenta 8.35% y con la resistencia del concreto $f'c 280 \text{ kg/cm}^2$ disminuye en dos de las tres incorporaciones de fibras de acero, que al adicionarle 0.8% aumenta 7.82%, al adicionarle 1.0% disminuye 14.90% y al adicionarle 1.2% disminuye 9.50%
- ✓ Los agregados de la cantera del Río Chonta, cumplen con las especificaciones de las normas NTP 400.037/ASTM C33, verificándose que se pueden utilizar para elaborar concretos de buena calidad para la construcción.
- ✓ El óptimo porcentaje de fibra de acero para el concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ es de 1.0% y concreto de $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ es 0.8 % con respecto al peso del concreto.

- ✓ La resistencia a la flexión que alcanza a los 28 días un concreto reforzado con fibras de acero con un $f'c$ de 210 kg/cm^2 es de 39.88 kg/cm^2 y $f'c$ de 280 kg/cm^2 es de 46.47 kg/cm^2 , presentando mayor resistencia que el concreto tradicional con un $f'c$ 210 kg/cm^2 es 34.97 kg/cm^2 y un $f'c$ de 280 kg/cm^2 es de 43.10 kg/cm^2 .

RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar un estudio del concreto reforzado con otro tipo de fibras como las sintéticas, polipropileno, etc.
- ✓ Utilizar este tipo de fibras de acero para un diseño de mezcla de concreto $f'c= 210$ kg/cm².
- ✓ Utilizar una adición de 1% de fibras de acero del peso del concreto. Para un diseño de mezcla de $f'c= 210$ kg/cm²
- ✓ Realizar un estudio del concreto reforzado con fibras de acero con vibradora.

REFERENCIAS

- ✓ Sika. (2014). Hoja Técnica, Sika Fiber CHO 80/60 NB. Lima.
- ✓ Comité 201 del American Concrete Institute (ACI-201).
- ✓ Ana Torre Carrillo. (2004). Curso Básico de tecnología del concreto. Lima.
- ✓ Diego Sánchez de Guzmán. (2001). Tecnología del concreto y del mortero. Bogotá.
- ✓ Alfonso Montejo Fonseca. (2003). Ingeniería de pavimentos para carreteras, 3ra edición. Bogotá.
- ✓ Ministerio de transporte de comunicaciones. (1999). E108. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. Lima.
- ✓ Nestor. Luis Sánchez. (2003). Granulometría de los Suelos. Lima.
- ✓ Pavimento de concreto para carretera. (2000) Lima.
- ✓ SENCICO. (2010). Norma Técnica de Edificaciones CE010, Pavimento Urbano. Lima.
- ✓ Colegio de Ingenieros del Perú. (2014). Losas de Concreto Reforzado con Fibras de Acero.
- ✓ Lozano, C. E. (23 de SEPTIEMBRE de 2015). www.metalactual.com. Obtenido de http://www.metalactual.com/revista/22/materiales_fibra.pdf
- ✓ Maccaferri. (2007). Manual Interno de Maccaferri.
- ✓ American Society For Testing And Materials. (2008) C78.
- ✓ American Society For Testing And Materials. (2008). A820.
- ✓ American Society For Testing And Materials. (2008). C136.
- ✓ Fernando Gastañadui Ruíz. (2004). Control de Calidad del Concreto. Lima.
- ✓ Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2014). Hormigón. Definiciones y terminología. Quito.

- ✓ Resistencia del concreto (enero de 2011).
<http://www.elconstructorcivil.com/2011/01/resistencia-del-concreto.html>
- ✓ Miguel A. Vicente Pérez (1 de mayo de 2016). www.articulo.org. Obtenido de http://www.articulo.org/articulo/23997/el_fenomeno_de_la_exudacion_del_hormigon.html.
- ✓ Elena Quevedo Haro. (2014). biblioteca.uns.edu.pe. Recuperado el 04 de 01 de 2016, [de biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/acero_estructural.pdf](http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/acero_estructural.pdf)
- ✓ Universidad de Sonora. (2008). Colocación del concreto bajo el clima caluroso. México.
- ✓ López Enrique Rivva. (2013). Diseño de Mezclas. Lima.
- ✓ INDECOPI. (2008). Norma Técnica Peruana 400.011, Definiciones. Lima.
- ✓ Laguna Daniel Estalin Hidalgo. (2013). Granulometría de los suelos. Lima.
- ✓ SENCICO. (2009). Norma Técnica de Edificaciones E060, Concreto Armado. Lima.
- ✓ Enrique Pasquel Carbajal. (1988). Tópico de tecnología del concreto. Lima, Perú.
- ✓ INDECOPI. (2002). Norma Técnica Peruana 339.088, Definiciones. Lima.
- ✓ Vanesa Corcino Albonoz. (2007). Estudio comparativo de concreto simple y reforzado con fibras de acero Dramix y Wirand, empleado cemento andino tipo V. Lima.
- ✓ Wendy J. Lao Odicio. (2007). Utilización de fibras metálicas para la construcción de concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa. Lima.
- ✓ Pedro R. Patazca Rojas & Jorge E. Tafur Bustamante. (2013). Evaluación comparativa de la resistencia a compresión y a flexión del concreto convencional, concreto con fibra de acero sikafiber cho 80/60 nb, y concreto con fibra sintética sikafiber force pp/pe-700/55. Chiclayo.
- ✓ Vergara, Diego Orlando. (2009). Eficiencia en la transferencia de cargas en juntas transversales de pavimento rígido reforzado con fibras metálicas. Bogotá.

- ✓ Guevara, Marco Eduardo Montalvo. (2015). Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus tradicionales. Lima.
- ✓ Olage C.C. & Castro B.P. (1998). Evaluación de pavimentos de concreto hidráulico. México.
- ✓ Kauffmann Altamirano Luis F. (2003). Deterioro en el pavimento rígido, Perú.
- ✓ INDECOPI. (2001). NTP 400.012 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. (2a ed.). Lima, Perú.
- ✓ INDECOPI. (2002). NTP 339.185 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. (1ra ed.). Lima, Perú.
- ✓ INDECOPI. (1999). NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado (2da ed.). Lima, Perú.
- ✓ INDECOPI. (2002). NTP 400.018 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado N°200 por lavado en agregados (2da ed.). Lima, Perú.
- ✓ INDECOPI. (1999). NTP 400.019. Método de ensayo normalizado para determinar realizar el ensayo de abrasión. Lima, Perú.
- ✓ Sika, (2014). Informaciones Técnicas Curado del Concreto. Lima.

ANEXOS

ANEXO 1: Requisitos granulométricos del agregado grueso.

ANEXO 2: Diseño de mezclas.

ANEXO 3: Fotografías.

ANEXO 4: Ensayos del agregado grueso y fino.

ANEXO 5: Ensayos de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días.

ANEXO 6: Ensayos de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.

ANEXO 7: Ensayos de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días.

ANEXO 8: Ensayos de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.

ANEXOS N° 01: REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO GRUESO.

Tabla N° 38: Requisitos granulométricos del agregado grueso

TABLE 2 Grading Requirements for Coarse Aggregates															
Size Number	Nominal Size (Sieves with Square Openings)	Amounts Finer than Each Laboratory Sieve (Square-Openings), Mass Percent													
		100 mm (4 in)	90 mm (3 1/2 in)	75 mm (3 in)	63 mm (2 1/2 in)	50 mm (2 in)	37.5 mm (1 1/2 in)	25 mm (1 in)	19 mm (3/4 in)	12.5 mm (1/2 in)	9.5 mm (3/8 in)	4.75mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 um (N° 50)
1	90 to 37.5 mm (3 1/2 to 1 1/2 in)	100	90 to 100	.....	25 to 60	.....	0 to 15	.....	0 to 5	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2	63 to 37.5 mm (2 1/2 to 1 1/2 in)	.....	.....	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	.....	0 to 5	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3	50 to 25 mm (2 to 1 in)	.....	.....	.....	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	.....	0 to 5	.....	.....	.....	.....	.....
357	50 to 4.75 mm (2 in to N° 4)	.....	.....	.....	100	90 to 100	.....	35 to 70	.....	10 to 30	.....	0 to 5	.....	.....	.....
4	37.5 to 19 mm (1 1/2 to 3/4 in)	.....	.....	.....	.....	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	.....	0 to 5	.....	.....	.....	.....
467	37.5 to 4.75 mm (1 1/2 in to N° 4)	.....	.....	.....	.....	100	90 to 100	.....	35 to 70	.....	10 to 30	0 to 5	.....	.....	.....
5	25.0 to 12.5 mm (1 to 1/2 in)	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 to 100	20 to 55	0 to 10	0 to 5	.....	.....	.....	.....
56	25.0 to 9.5 mm (1 to 3/8 in)	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 to 100	40 to 85	10 to 40	0 to 15	0 to 5	.....	.....	.....
57	25.0 to 4.75 mm (1 in to N° 4)	.....	.....	.....	.....	.....	100	95 to 100	.....	25 to 60	.....	0 to 10	0 to 5	.....	.....
6	19.0 to 9.5 mm (3/4 to 3/8 in)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	0 to 5	.....	.....	.....
67	19.0 to 4.75 mm (3/4 in to N° 4)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 to 100	.....	20 to 55	0 to 10	0 to 5	.....	.....
7	12.5 to 4.75 mm (1/2 in to N° 4)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 to 100	40 to 70	0 to 15	0 to 5	.....	.....
8	9.5 to 2.36 mm (3/8 in to N° 8)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	85 to 100	10 to 30	0 to 10	0 to 5	.....
89	9.5 to 1.18 mm (3/8 in to N° 16)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 to 100	20 to 55	5 to 30	0 to 10	0 to 5
9A	4.75 to 1.18 mm (N° 4 to N° 16)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	95 to 100	10 to 40	0 to 10	0 to 5

A Size Number 9 aggregate is defined in terminology C 125 is a fine aggregate. It is included as a coarse aggregate when it is combined with a size number 8 material to create a size number 89, which is a coarse aggregate as defined by Terminology C 125.

Fuente: Norma ASTM C33 especificaciones para los agregados del concreto.

ANEXOS N° 02: DISEÑO DE MEZCLAS

DISEÑO DE MEZCLAS: MÉTODO ACI 211 PARA RESISTENCIA $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

I. Datos: Especificaciones y características.

Tabla N° 39: Especificaciones del diseño.

Parámetro	Valor
Resistencia requerida a los 28 días	210 kg/cm ²
Slump (pulgadas)	3 - 4
T. M. N. Agregado grueso (pulgada)	1/2
Contenido de aire	Sin aire incorporado

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 40: Características del agregado grueso.

Definición	Valor	Unidad
Peso específico de masa	2.59	Gr/cm ³
Absorción	1.72	%
Contenido de Humedad	2.36	%
Módulo de finura	6.98	-

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 41: Características del agregado fino.

Definición	Valor	Unidad
Tamaño máximo nominal	1/2	Pulgadas
Peso seco compactado	1.88	Kg/m ³
Peso específico de masa	2.49	Gr/cm ³
Absorción	5.35	%
Contenido de humedad	7.60	%

Fuente: Elaboración propia, 2016.

El agua y el cemento ya tienen características ya definidas las cuales son:

- Agua: Agua potable, de la red de servicio pública de Cajamarca.
- Cemento: Portland Tipo I Pacasmayo y su Peso Específico es 3.15 gr/cm³.

II. Diseño del concreto patrón

a. Resistencia promedio.

Cálculo de la resistencia promedio, a partir del tercer criterio, mediante la siguiente tabla.

Tabla N° 42: Resistencia a la compresión promedio.

$f'c$ (kg / cm ²)	$f'cr$ (kg / cm ²)	$f'c$ (kg / cm ²)
Menor de 210	$f'c + 70$	175
210 a 350	$f'c + 84$	210
Mayor de 350	$f'c + 98$	350

Fuente: Método del Comité 211 del ACI (RIVVA, 1992).

Donde tenemos que: $f'cr = 210 + 84 = 294$ kg/cm²

b. Volumen unitario de agua y contenido de aire.

Se determina el volumen unitario de agua, o agua de diseño, necesario para una mezcla de concreto cuyo asentamiento es de 3" a 4", en una mezcla sin aire incorporado cuyo agregado grueso tiene un TMN de 3/4".

Tabla N° 43: Resistencia a la compresión promedio.

ASENTAMIENTO	AGUA EN L/M3 DE CONCRETO PARA LOS TAMAÑOS NOMINALES MÁXIMOS DEL AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIA INDICADA				
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"
	CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO				
1" a 2"	207	199	190	179	166
3" a 4"	228	216	205	193	181
6" a 7"	243	228	216	202	190
Contenido de Aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1

Fuente: Método del Comité 211 del ACI (RIVVA, 1992).

Donde se tiene:

- Volumen unitario de agua: 205.00 lt/m³
- Contenido de aire total: 2.00 %.

c. Relación agua / cemento.

Selección de la relación Agua – Cemento por resistencia del concreto mediante la siguiente tabla.

Tabla N° 44: Resistencia a la compresión promedio.

Resistencia a la compresión a los 28 días (kg / cm ²) f'cr	RELACIÓN AGUA / CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: Método del Comité 211 del ACI (RIVVA, 1992).

Interpolando, se determinó la relación agua / cemento de 0.5584

d. Factor cemento.

El factor cemento se determina haciendo la división del volumen unitario de agua con la relación agua / cemento.

$$\text{F.C.} = 205 / 0.5584 = 367.12 \text{ kg/m}^3 = 8.16 \text{ bolsas / m}^3$$

e. Contenido agregado grueso.

Para determinar el contenido de agregado grueso, se utilizó la siguiente tabla, con el módulo de finura de 2.74 y el tamaño máximo nominal del agregado grueso de 3/4", encontrándose mediante una interpolación.

De donde interpolándose se obtiene= 0.626 m³.

Peso del agregado grueso = 0.626 x 1504.09 =941.56 kg/m³.

f. Volúmenes absolutos.

Conocido los pesos del cemento, agua, aire y agregado grueso; se procede a calcular la suma de los volúmenes absolutos de estos ingredientes.

➤ Cemento	0.117 m ³
➤ Agua	0.205 m ³
➤ Aire	0.020 m ³
➤ Agregado grueso	0.364 m ³
La sumatorio total es:	0.706 m³

g. Contenido de agregado fino.

El volumen absoluto de agregado fino será igual a la diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos conocidos. El peso del agregado fino será igual a su volumen absoluto multiplicado por su peso sólido.

- Volumen absoluto de agregado fino: $1 - 0.706 = 0.294 \text{ m}^3$
- Peso del agregado fino seco: $0.294 \times 2.49 \times 1000 = 733.50 \text{ m}^3$

h. Cantidad de materiales “Diseño patrón”.

Las cantidades de materiales antes calculadas:

- Cemento : 367.00 kg / m³
- Agua de diseño : 205.00 lts / m³
- Agregado fino seco : 734.00 kg / m³
- Agregado grueso seco : 942.00 kg / m³

i. Cantidad de materiales corregidos por humedad y absorción “Diseño patrón”.

Se hizo la corrección de los valores de diseño por el contenido de humedad de los agregados.

- Cemento : 367.00 kg / m³
- Agua efectiva : 182.00 lts / m³
- Agregado fino húmedo : 790.00 kg / m³
- Agregado grueso húmedo : 964.00 kg / m³

j. Diseño del concreto patrón con adición de fibras de acero.

Este diseño se adicionó parcialmente fibras de acero, la incorporación fue la siguiente: 0.8%, 1.0% y 1.2% respecto al peso del concreto.

Tabla N° 45: Diseño de concreto más 0.8% de fibras de acero.

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	367.00	kg / m ³
Agua	182.00	lts / m ³
Agregado fino	790.00	kg / m ³
Agregado grueso	964.00	kg / m ³
Fibras de acero	19.20	kg / m ³

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 46: Diseño de concreto más 1.0% de fibras de acero.

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	367.00	kg / m ³
Agua	205.00	lts / m ³
Agregado fino	790.00	kg / m ³
Agregado grueso	964.00	kg / m ³
Fibras de acero	24.00	kg / m ³

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 47: Diseño de concreto más 1.2% de fibras de acero.

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	367.00	kg / m ³
Agua	182.00	lts / m ³
Agregado fino	790.00	kg / m ³
Agregado grueso	964.00	kg / m ³
Fibras de acero	28.80	kg / m ³

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Nota:

- Todos los diseños son para volumen de 1 m³ de concreto.
- En el diseño de mezcla, se consideró 15% de desperdicio para cada material.

DISEÑO DE MEZCLAS: MÉTODO ACI 211 PARA RESISTENCIA $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

III. Datos: Especificaciones y características.

Tabla N° 48: Especificaciones del diseño.

Parámetro	Valor
Resistencia requerida a los 28 días	280 kg/cm ²
Slump (pulgadas)	3 - 4
T. M. N. Agregado grueso (pulgada)	1/2
Contenido de aire	Sin aire incorporado

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 49: Características del agregado grueso.

Definición	Valor	Unidad
Peso específico de masa	2.59	Gr/cm ³
Absorción	1.72	%
Contenido de Humedad	2.36	%
Módulo de finura	6.98	-

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 50: Características del agregado fino.

Definición	Valor	Unidad
Tamaño máximo nominal	1/2	Pulgadas
Peso seco compactado	1.88	Kg/m ³
Peso específico de masa	2.49	Gr/cm ³
Absorción	5.35	%
Contenido de humedad	7.60	%

Fuente: Elaboración propia, 2016.

El agua y el cemento ya tienen características ya definidas las cuales son:

- Agua: Agua potable, de la red de servicio pública de Cajamarca.
- Cemento: Portland Tipo I Pacasmayo y su Peso Específico es 3.15 gr/cm³.

IV. Diseño del concreto patrón

k. Resistencia promedio.

Cálculo de la resistencia promedio, a partir del tercer criterio, mediante la siguiente tabla.

Tabla N° 51: Resistencia a la compresión promedio.

$f'c$ (kg / cm ²)	$f'cr$ (kg / cm ²)	$f'c$ (kg / cm ²)
Menor de 210	$f'c + 70$	175
210 a 350	$f'c + 84$	210
Mayor de 350	$f'c + 98$	350

Fuente: Método del Comité 211 del ACI (RIVVA, 1992).

Donde tenemos que: $f'cr = 280 + 84 = 364$ kg/cm²

l. Volumen unitario de agua y contenido de aire.

Se determina el volumen unitario de agua, o agua de diseño, necesario para una mezcla de concreto cuyo asentamiento es de 3" a 4", en una mezcla sin aire incorporado cuyo agregado grueso tiene un TMN de 3/4".

Tabla N° 52: Resistencia a la compresión promedio.

ASENTAMIENTO	AGUA EN L/M ³ DE CONCRETO PARA LOS TAMAÑOS NOMINALES MÁXIMOS DEL AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIA INDICADA				
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"
	CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO				
1" a 2"	207	199	190	179	166
3" a 4"	228	216	205	193	181
6" a 7"	243	228	216	202	190
Contenido de Aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1

Fuente: Método del Comité 211 del ACI (RIVVA, 1992).

Donde se tiene:

- Volumen unitario de agua: 205.00 lt/m³
- Contenido de aire total: 2.00%.

m. Relación agua / cemento.

Selección de la relación Agua – Cemento por resistencia del concreto mediante la siguiente tabla.

Tabla N° 53: Resistencia a la compresión promedio.

Resistencia a la compresión a los 28 días (kg / cm ²) f'cr	RELACIÓN AGUA / CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: Método del Comité 211 del ACI (RIVVA, 1992).

Interpolando, se determinó la relación agua / cemento de 0.466

n. Factor cemento.

El factor cemento se determina haciendo la división del volumen unitario de agua con la relación agua / cemento.

$$\text{F.C.} = 205 / 0.466 = 440.10 \text{ kg/m}^3 = 10.35 \text{ bolsas / m}^3.$$

o. Contenido agregado grueso.

Para determinar el contenido de agregado grueso, se utilizó la siguiente tabla, con el módulo de finura de 2.74 y el tamaño máximo nominal del agregado grueso de 3/4", encontrándose mediante una interpolación.

De donde interpolándose se obtiene= 0.63 m³.

Peso del agregado grueso = 0.63 x 1504.09 =941.56 kg/m³.

p. Volúmenes absolutos.

Conocido los pesos del cemento, agua, aire y agregado grueso; se procede a calcular la suma de los volúmenes absolutos de estos ingredientes.

➤ Cemento	0.140 m ³
➤ Agua	0.205 m ³
➤ Aire	0.020 m ³
➤ Agregado grueso	0.364 m ³
La sumatoria total es:	0.729 m³

q. Contenido de agregado fino.

El volumen absoluto de agregado fino será igual a la diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos conocidos. El peso del agregado fino será igual a su volumen absoluto multiplicado por su peso sólido.

➤ Volumen absoluto de agregado fino:	$1 - 0.729 = 0.271 \text{ m}^3$
➤ Peso del agregado fino seco:	$0.271 \times 2.49 \times 1000 = 675.8 \text{ m}^3$

r. Cantidad de materiales “Diseño patrón”.

Las cantidades de materiales antes calculadas:

➤ Cemento	:	440.00 kg / m ³
➤ Agua de diseño	:	205.00 lts / m ³
➤ Agregado fino seco	:	676.00 kg / m ³
➤ Agregado grueso seco	:	942.00 kg / m ³

s. Cantidad de materiales corregidos por humedad y absorción “Diseño patrón”.

Se hizo la corrección de los valores de diseño por el contenido de humedad de los agregados.

➤ Cemento	:	440.00 kg / m ³
➤ Agua efectiva	:	184.00 lts / m ³
➤ Agregado fino húmedo	:	727.00 kg / m ³
➤ Agregado grueso húmedo	:	964.00 kg / m ³

t. Diseño del concreto patrón con adición de fibras de acero.

Este diseño se adicionó parcialmente fibras de acero, la incorporación fue la siguiente: 0.8%, 1.0% y 1.2% respecto al peso del concreto.

Tabla N° 54: Diseño de concreto más 0.8% de fibras de acero.

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	440.00	kg / m ³
Agua	184.00	lts / m ³
Agregado fino	727.00	kg / m ³
Agregado grueso	964.00	kg / m ³
Fibras de acero	19.20	kg / m ³

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 55: Diseño de concreto más 1.0% de fibras de acero.

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	440.00	kg / m ³
Agua	184.00	lts / m ³
Agregado fino	727.00	kg / m ³
Agregado grueso	964.00	kg / m ³
Fibras de acero	24.00	kg / m ³

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 56: Diseño de concreto más 1.2% de fibras de acero.

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	440.00	kg / m ³
Agua	184.00	lts / m ³
Agregado fino	727.00	kg / m ³
Agregado grueso	964.00	kg / m ³
Fibras de acero	28.80	kg / m ³

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Nota:

- Todos los diseños son para volumen de 1 m³ de concreto.
- En el diseño de mezcla, se consideró 15% de desperdicio para cada material.

ANEXOS N° 03: FOTORAFÍAS

Selección de muestra del Rio Chonta Cantera Roca Fuerte

Foto N° 1: Recolectando material de agregado fino para el estudio de las propiedades físicas y mecánicas.



Fuente: Elaboración propia, 2016

Foto N° 2: Recolectando material de agregado grueso para el estudio de las propiedades físicas y mecánicas.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 3: Cantera Roca Fuerte.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Análisis granulométrico de los agregados:

Foto N° 4: Análisis granulométrico del agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 5: Pesando el material retenido.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Contenido de Humedad del Agregado Grueso:

Foto N° 6: Muestras para determinar el contenido de humedad del agregado grueso y fino.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Peso Específico del agregado fino y grueso:

Foto N° 7: Ensayo de la muestra de agregado fino para determinar el Peso Específico.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 8: Pesando la muestra de agregado fino en la fiola para determinar el Peso Específico.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 9: Ensayo de la muestra de agregado grueso para determinar el Peso Específico.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 10: Ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 11: Ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado fino.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 12: Ensayo para la resistencia a la degradación del agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 13: Ensayo para la resistencia a la degradación del agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 14: Ensayo para la resistencia a la degradación del agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 15: Empezando a pesar los materiales para el concreto patrón.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 16: Empezando a pesar los materiales para el concreto patrón.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 17: Agregando la fibra de acero.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 18: Agregando cemento al trompo..



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 19: Agregando agua al trompo.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 20: Realizando el llenado del cono de Abrams, para el ensayo del Slump.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 21: Realizando el llenado del cono de Abrams, para el ensayo del Slump.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 22: Realizando el ensayo del Slump. (3" – 4")



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 23: Realizando el compactado a las viguetas patrón.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 24: Realizando el vaciado de las viguetas patrón.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 25: Viguetas patrón recién vaciadas.



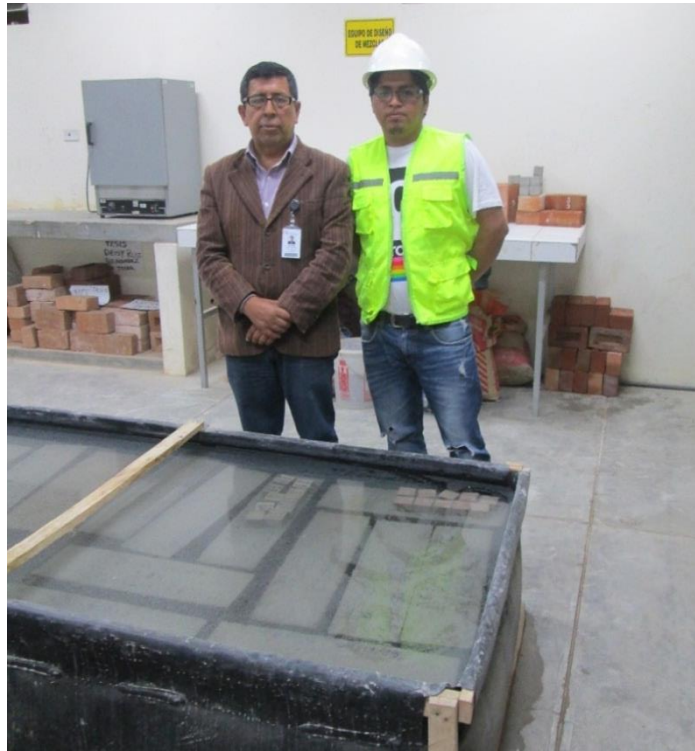
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 26: Viguetas 0.8% recién vaciadas.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 27: viguetas en pozo de curado



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 28: Sacando las viguetas de la poza de curado.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Foto N° 29: Realizando los ensayos a Flexión.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

ANEXOS N° 04: FICHA TÉCNICA DE LAS FIBRAS DE ACERO

HOJA TÉCNICA

Sika® Fiber CHO 80/60 NB

Fibra de acero para refuerzo del concreto en losas y concreto pre-fabricado

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Fiber CHO 80/60 NB son fibras de acero trefilado de alta calidad para reforzamiento del concreto usado en losas de concreto tradicional e industriales y elementos de concreto pre-fabricado, especialmente encoladas (pegadas) para facilitar la homogenización en el concreto durante el mezclado, evitando la aglomeración de las fibras individuales. Sika® Fiber CHO 80/60 NB son fibras de acero de alta relación longitud / diámetro (l/d) lo que permite un alto rendimiento con menor cantidad de fibra.

USOS

Sika Fiber CHO 80/60 NB, otorga una alta capacidad de soporte al concreto en un amplio rango de aplicaciones; dándole ductilidad y aumentando la tenacidad del concreto.

En elementos de concretos pre-fabricados reforzados; en losas de pisos industriales (trafico alto, medio y ligero) en losas y cimientos de concreto para reemplazar el refuerzo secundario (malla de temperatura), en puertos, aeropuertos, fundaciones para equipos con vibración, reservorios, tanques, etc.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Incrementa la resistencia del concreto al impacto, fatiga y a la fisuración.
- Incrementar la ductilidad y absorción de energía (resistencia a la tensión).
- Reducción de la fisuración por retracción.
- No afecta los tiempos de fraguado.
- Su condición de encolada (pegada) asegura una distribución uniforme en el concreto y shotcrete vía húmeda.
- Relación longitud / diámetro igual a 80 para un máximo rendimiento.
- Extremos conformados para obtener máximo anclaje mecánico en el concreto.

NORMAS	Sika® Fiber CHO 80/60 NB cumple con las normas ASTM A 820 "Steel Fibers for Reinforced Concrete" Tipo I y DIN 17140-D9 para acero de bajo contenido de carbono.
---------------	---

DATOS BÁSICOS

FORMA	PRESENTACIÓN Sacos de papel x 20 kg.
ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL Los sacos de Sika® Fiber CHO 80/60 NB pueden almacenarse por tiempo indefinido protegido de la humedad.
DATOS TÉCNICOS	<p>Longitud: 60 mm con extremos conformados</p> <p>Diámetro de la fibra: 0.75 mm</p> <p>Relación longitud/ Diámetro: 80</p> <p>Resistencia a tracción: 1200 MPa min.</p> <p>Elongación de rotura: 4% max.</p>

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN	CONSUMO / DOSIS Normalmente entre 10 y 45 kg de Sika® Fiber CHO 80/60 NB por m ³ de concreto. Se recomienda realizar ensayos previos para determinar la cantidad exacta de fibra de acero a utilizar de acuerdo a los índices de tenacidad ó energía absorbida especificada del concreto.
-------------------------------	--

MÉTODO DE APLICACIÓN	<p>MÉTODO DE LA APLICACIÓN</p> <p>Sika® Fiber CHO 80/60 NB se puede agregar en la tolva de pesado de la dosificadora de concreto, en la correa de alimentación, en camión mixer y mezcladora de concreto como a continuación se indica en cada caso:</p> <ul style="list-style-type: none"> En la tolva de pesado de la dosificadora, abra las bolsas y vacíe las fibras directamente entre los áridos; no agregue las bolsas sin abrir porque pueden bloquear las compuertas de descarga. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso. En la correa de alimentación, si hay acceso, las fibras pueden adicionarse durante o después de agregar los áridos. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso. En el camión mixer, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras mientras el mixer de concreto está rotando a alta velocidad (12 rpm o más). Vaciar un máximo de 60 kg de fibras por minuto. Una vez terminado el vaciado de las fibras, mezclar 5 minutos adicionales y chequear visualmente su distribución; mezclar 30 segundos adicionales si la distribución no es uniforme.
-----------------------------	---

- En la mezcladora de concreto, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras y mezclar por 30 segundos por cada pie cúbico a menos que se observe una distribución homogénea en menor tiempo.

OBSERVACIONES TÉCNICAS

No agregue Sika® Fiber CHO 80/60 NB al mezclador antes de los áridos. Las bolsas con papel hidrosolubles pueden agregarse directamente al concreto.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

PRECAUCIONES DURANTE LA MANIPULACIÓN

Evite el contacto directo con los ojos y la piel. Protéjase utilizando guantes y lentes de seguridad.

OBSERVACIONES

La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: www.sika.com.pe

NOTAS LEGALES


La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.

“La presente Edición anula y reemplaza a la Edición N° 3

la misma que deberá ser destruida”

ANEXOS N° 05: ENSAYOS DEL AGREGADO GRUESO Y FINO

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
TESIS:	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN QUE ALCANZA EL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO CON RESPECTO AL CONCRETO TRADICIONAL PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS"		
HECHO POR:	CUSQUISIVÁN CHILÓN MANUEL EDGAR	UBICACIÓN:	CAJAMARCA
ASESOR:	CUBAS BECERRA ALEJANDRO	FECHA:	18/09/2015

Granulometría Agregado Grueso

MUESTRA: 6868.60 gr

A g r e g a d o	Tamiz (N°)	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
		1 1/2"		0.00	0.00	0.00	0.00
	1"	25.00 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
	3/4"	19.00 mm	678.90	678.90	9.88	9.88	90.12
	1/2"	12.70 mm	3562.80	4241.70	51.87	61.75	38.25
	3/8"	9.52 mm	1792.50	6034.20	26.10	87.85	12.15
	N° 4	4.75 mm	825.30	6859.50	12.02	99.87	0.13
	CAZOLETA		9.10	6868.60	0.13	100.00	0.00
	Total =		6868.60				

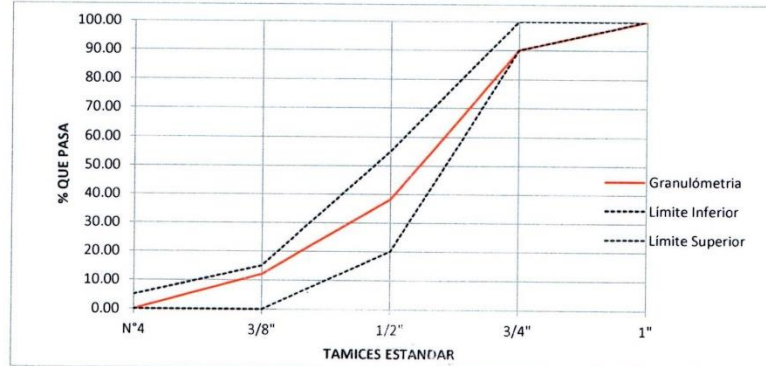
MÓDULO DE FINURA= $\frac{\sum \% \text{ Retenido Acumulado en tamices } 1 \frac{1}{2}" , 3/4" , 3/8" , N^{\circ}4 , N^{\circ}8 , N^{\circ}16 , N^{\circ}30 , N^{\circ}50 , N^{\circ}100}{100}$


TAMIZ		% Que Pasa	REQUISITOS	
N°	Abertura (mm)		% Que Pasa	% Que Pasa
N° 4	4.75 mm	0.13	0.00	5.00
3/8"	9.52 mm	12.15	0.00	15.00
1/2"	12.70 mm	38.25	20.00	55.00
3/4"	19.00 mm	90.12	90.00	100.00
1"	25.00 mm	100.00	100.00	100.00

MF = 6.98


TMN = 3/4"


*Según norma ASTM C33 / NTP 400.037




Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor


Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera


Cusquisiván Chilón, Manuel
Alumno


Cuzco Minchán, Víctor
Jefe de Laboratorio

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
TESIS:	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN QUE ALCANZA EL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO CON RESPECTO AL CONCRETO TRADICIONAL PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS"						
HECHO POR:	CUSQUISIVÁN CHILÓN MANUEL EDGAR			UBICACIÓN:	CAJAMARCA		
ASESOR:	CUBAS BECERRA ALEJANDRO			FECHA:	18/09/2015		
Granulometría Agregado Fino							
MUESTRA:		1500.00 gr					
Agregado	Tamiz (N°)	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasa
	N° 4	4.75 mm	74.80	74.80	4.99	4.99	95.01
	N° 8	2.360 mm	243.10	317.90	16.21	21.19	78.81
	N° 16	1.100 mm	197.50	515.40	13.17	34.36	65.64
	N° 30	0.590 mm	254.40	769.80	16.96	51.32	48.68
	N° 50	0.337 mm	305.10	1074.90	20.34	71.66	28.34
	N° 100	0.150 mm	282.70	1357.60	18.85	90.51	9.49
	N° 200	0.075 mm	91.30	1448.90	6.09	96.59	3.41
	Cazoleta	6.35 mm	51.10	1500.00	3.41	100.00	0.00
	Total =		1500.00				

$$\text{MÓDULO DE FINURA} = \frac{\sum \% \text{ Retenido Acumulado en tamices N}^\circ 4,8,16,30,50,100}{100} = 2.74$$

El módulo de finuro deberá estar entre los valores de 2.3 a 3.1, el cual está recomendado en la norma ASTM C33 / NTP 400.037

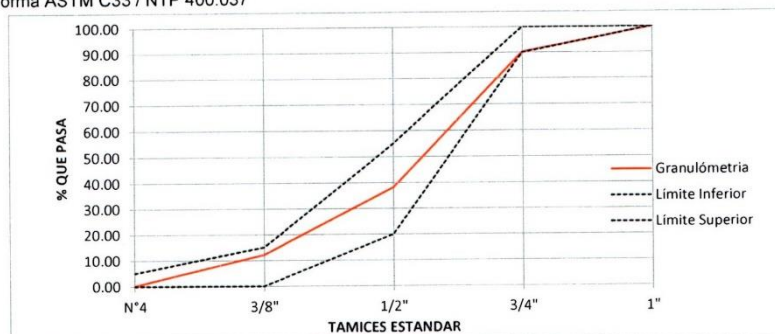
TAMIZ	Abertura (mm)	% Que Pasa	REQUISITOS	
			% Que Pasa	% Que Pasa
N° 100	0.150 mm	9.49	2.00	10.00
N° 50	0.337 mm	28.34	10.00	30.00
N° 30	0.590 mm	48.68	25.00	60.00
N° 16	1.100 mm	65.64	50.00	85.00
N° 8	2.360 mm	78.81	80.00	100.00
N° 4	4.75mm	95.01	95.00	100.00
3/8"	9.50mm	100.00	100.00	100.00


*Según norma ASTM C33 / NTP 400.037

Clasificación de la Arena*

Arena Gruesa	2.5 a 3.5
Arena Fina	1.5 a 2.5
Arena muy fina	0.5 a 1.5

* Según la clasificación del cuadro tenemos una Arena Gruesa





Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor


Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera


Cusquisiván Chilón, Manuel
Alumno


Cuzco Minchán, Víctor
Jefe de Laboratorio

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES (ASTM C131 / NTP400.019)		
TESIS:	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN QUE ALCANZA EL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO CON RESPECTO AL CONCRETO TRADICIONAL PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS"			
HECHO POR:	CUSQUISIVAN CHILÓN MANUEL EDGAR		UBICACIÓN:	CAJAMARCA
ASESOR:	CUBAS BECERRA ALEJANDRO		FECHA:	02/10/2015

Parametros de la norma (ASTM C131 / NTP 400.019), PARA UN MATERIAL < 2"

GRADACIÓN PARA EL TIPO DE ABRASIÓN A REALIZAR DE AGREGADO GRUESO, UTILIZANDO 5000 GRAMOS DE MUESTRA					
TIPO	TAMICES	PESO RETENIDO (gr)	N° DE ESFERAS	REVOLUCIONES	TIEMPO (min)
A	1", 3/4", 1/2" y 3/8"	1250 ± 10	12	500	17
B	1/2" y 3/8"	1250 ± 10	11	500	17
C	1/4" y N°4	1250 ± 10	8	500	17
D	N° 8	5000	6	500	17

1.- DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO EXPRESADO EN PORCENTAJE


$$\% D_e = \frac{W_o - W_f}{W_o} \times 100 = 31.10\%$$


De = Desgaste Expresado en %

W _o = Peso original de la muestra en (gr)	=	5000.00 gr
--	---	------------


W _f = Peso final de la muestra retenida y lavada en la malla N°12	=	3445.10 gr
--	---	------------


Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor


Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera


Cusquisiván Chilón, Manuel
Alumno


Cuzco Minchán, Victor
Jefe de Laboratorio

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		DENSIDAD RELATIVA / PESO ESPECÍFICO (ASTM / NTP)	
TESIS:	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN QUE ALCANZA EL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO CON RESPECTO AL CONCRETO TRADICIONAL PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS"		
HECHO POR:	CUSQUISIVÁN CHILÓN MANUEL EDGAR	UBICACIÓN:	CAJAMARCA
ASESOR:	CUBAS BECERRA ALEJANDRO	FECHA:	02/10/2015

Recomendación de la norma (ASTM C127 / NTP 400.021), para el el peso mínimo de la muestra para el ensayo


TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL mm(pulg)		MASA MÍNIMA DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
Tamiz (N°)	Abertura (mm)	Kg.	Lb.
1/2 "	12.70 mm	2.00	4.40
3/4 "	19.00 mm	3.00	6.60
1 "	25.00 mm	4.00	8.80
1 1/2 "	37.50 mm	5.00	11.00
2 "	50.00 mm	8.00	18.00
2 1/2 "	63.00 mm	12.00	26.00
3 "	76.20 mm	18.00	40.00
3 1/2 "	90.00 mm	25.00	55.00
4 "	100.00 mm	40.00	88.00

1.- DENSIDAD RELATIVA / PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN, PARA EL AGREGADO GRUESO (ASTM C127 / NTP400.021)

Peso agregado al aire SSS	3025.100 gr
Peso agregado sumergido	1875.200 gr
Peso agregado secado al horno	2974.000 gr
Pem	2.586 gr/cm ³
Pemsss	2.631 gr/cm ³
Pea	2.707 gr/cm ³
Ab	1.718 %


2.- DENSIDAD RELATIVA / PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN, PARA EL AGREGADO FINO (ASTM C128 / NTP400.022)


Peso muestra	500.000 gr
Peso fiola	297.700 gr
Peso fiola + agua	1296.800 gr
Peso fiola + agua + muestra	1606.300 gr
Peso muestra seca al horno	474.600 gr
Pem	2.491 gr/cm ³
Pemsss	2.625 gr/cm ³
Pea	2.875 gr/cm ³
Ab	5.352 %


Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor


Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera


Cusquisiván Chilón, Manuel
Alumno


Cuzco Minchañ, Victor
Jefe de Laboratorio

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		PESO VOLUMÉTRICO UNITARIO	
TESIS:	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN QUE ALCANZA EL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO CON RESPECTO AL CONCRETO TRADICIONAL PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS"		
HECHO POR:	CUSQUISIVÁN CHILÓN MANUEL EDGAR	UBICACIÓN:	CAJAMARCA
ASESOR:	CUBAS BECERRA ALEJANDRO	FECHA:	02/10/2015

NOTA: EL PESO UNITARIO DETERMINADO POR ESTE MÉTODO DE ENSAYO ES PARA AGREGADO EN CONDICIÓN SECO.

1.- AGREGADO FINO


Agregado Fino Suelto:	
Altura de cilindro	29.200 cm.
Diamtro de cilindro	20.200 cm.
Peso de cilindro	4606.000 gr.
1° Peso de cilindro + muestra	21068.000 gr.
2° Peso de cilindro + muestra	20776.000 gr.
3° Peso de cilindro + muestra	21052.000 gr.
Peso de cilindro + m. promedio	20965.333 gr.
Volumen de cilindro	9357.837 cm ³
Peso Volumetrico Suelto	1.748 gr/cm ³
Peso Volumetrico Suelto	1748.196 Kg/m ³

Agregado Fino Compactado:	
Altura de cilindro	29.200 cm.
Diamtro de cilindro	20.200 cm.
Peso de cilindro	4606.000 gr.
1° Peso de cilindro + muestra	22226.000 gr.
2° Peso de cilindro + muestra	22152.000 gr.
3° Peso de cilindro + muestra	22446.000 gr.
Peso de cilindro + m. promedio	22274.667 gr.
Volumen de cilindro	9357.837 cm ³
Peso Volumetrico Suelto	1.888 gr/cm ³
Peso Volumetrico Suelto	1888.114 Kg/m ³


2.- AGREGADO GRUESO

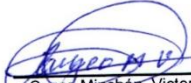
Agregado Grueso Suelto:	
Altura de cilindro	27.700 cm.
Diamtro de cilindro	25.200 cm.
Peso de cilindro	5818.000 gr.
1° Peso de cilindro + muestra	25308.000 gr.
2° Peso de cilindro + muestra	25394.000 gr.
3° Peso de cilindro + muestra	24978.000 gr.
Peso de cilindro + m. promedio	25226.667 gr.
Volumen de cilindro	13815.631 cm ³
Peso Volumetrico Suelto	1.405 gr/cm ³
Peso Volumetrico Suelto	1404.834 Kg/m ³


Agregado Grueso Compactado:	
Altura de cilindro	27.700 cm.
Diamtro de cilindro	25.200 cm.
Peso de cilindro	5818.000 gr.
1° Peso de cilindro + muestra	26542.000 gr.
2° Peso de cilindro + muestra	26648.000 gr.
3° Peso de cilindro + muestra	26604.000 gr.
Peso de cilindro + m. promedio	26598.000 gr.
Volumen de cilindro	13815.631 cm ³
Peso Volumetrico Suelto	1.504 gr/cm ³
Peso Volumetrico Suelto	1504.093 Kg/m ³


Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor


Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera


Cusquisiván Chilón, Manuel
Alumno


Cuza Minchán, Víctor
Jefe de Laboratorio

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		CONTENIDO DE HÚMEDAD (ASTM C566 / NTP 339.185)	
TESIS:	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN QUE ALCANZA EL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO CON RESPECTO AL CONCRETO TRADICIONAL PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS"		
HECHO POR:	CUSQUISIVÁN CHILÓN MANUEL EDGAR	UBICACIÓN:	CAJAMARCA
ASESOR:	CUBAS BECERRA ALEJANDRO	FECHA:	28/10/2015


Recomendación de la norma (ASTM C566 / NTP 339.185), para el tamaño de la muestra del agregado según su tamaño máximo nominal.

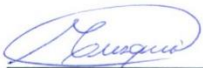
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGRADO mm (pulg)		
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGRADO mm(pulg)		MASA MÍNIMA DE LA MUESTRA DE AGRADO DE PESO NORMAL EN Kg.
Tamiz (N°)	Abertura (mm)	
N° 4	4.75 mm	0.50
3 "	9.52 mm	1.50
1/2 "	12.70 mm	2.00
3/4 "	19.00 mm	3.00
1 "	25.00 mm	4.00
1 1/2 "	37.50 mm	6.00
2 "	50.00 mm	8.00
2 1/2 "	63.00 mm	10.00
3 "	76.20 mm	13.00


1.- AGREGADO GRUESO			
TARA N°	T - 01	T - 02	T - 03
Peso de la tara (gr)	78.90	78.90	78.90
Peso de la tara + Ag. Húmedo (gr)	586.10	586.10	586.10
Peso del Ag. Húmedo (gr)	507.20	507.20	507.20
Peso de tara + Ag. Seco (gr)	574.40	574.40	574.40
Peso del Ag. Seco (gr)	495.50	495.50	495.50
Contenido de Húmedad (%)	2.36	2.36	2.36
Contenido de Húmedad Promedio (%)	2.36		

2.- AGREGADO FINO			
TARA N°	T - 03	T - 04	T - 04
Peso de la tara (gr)	79.30	79.30	79.30
Peso de la tara + Ag. Húmedo (gr)	407.90	407.90	407.90
Peso del Ag. Húmedo (gr)	328.60	328.60	328.60
Peso de tara + Ag. Seco (gr)	384.70	384.70	384.70
Peso del Ag. Seco (gr)	305.40	305.40	305.40
Contenido de Húmedad (%)	7.60	7.60	7.60
Contenido de Húmedad Promedio (%)	7.60		


Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor


Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera


Cusquisiván Chilón, Manuel
Alumno


Cuzco Minchán, Víctor
Jefe de Laboratorio

ANEXOS N° 06: ENSAYOS DE CONCRETO F´C=210 KG/CM² A LOS 14 DÍAS.

ENSAYO DE VIGUETA PATRÓN A LOS 14 DÍAS								
Nombre	VIGUETA P1		Nombre	VIGUETA P2		Nombre	VIGUETA P3	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	15.10		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm ²	seg.	kg	kg/cm ²	seg.	kg	kg/cm ²	seg.
100	1.32	17.01	100	1.35	14.93	100	1.32	12.46
200	2.63	34.02	200	2.70	29.86	200	2.63	18.92
300	3.95	51.03	300	4.05	41.79	300	3.95	28.38
400	5.26	69.04	400	5.41	59.72	400	5.26	37.84
500	6.58	85.05	500	6.76	74.65	500	6.58	47.30
600	7.89	102.05	600	8.11	91.58	600	7.89	56.78
700	9.21	121.06	700	9.46	106.50	700	9.21	66.22
800	10.53	136.07	800	10.81	121.43	800	10.53	75.68
900	11.84	153.08	900	12.16	134.36	900	11.84	85.14
1000	13.16	170.09	1000	13.51	149.29	1000	13.16	94.60
1100	14.47	187.10	1100	14.86	164.22	1100	14.47	104.06
1200	15.79	207.11	1200	16.22	179.15	1200	15.79	113.52
1300	17.10	221.12	1300	17.57	196.08	1300	17.10	122.98
1400	18.42	238.13	1400	18.92	209.01	1400	18.42	133.44
1500	19.74	258.14	1500	20.27	223.94	1500	19.74	141.90
1600	21.05	272.15	1600	21.62	238.87	1600	21.05	151.36
1700	22.37	289.16	1700	22.97	253.80	1700	22.37	160.82
1800	23.68	306.16	1800	24.32	268.73	1800	23.68	170.28
1900	25.00	329.17	1900	25.67	287.66	1900	25.00	179.74
2000	26.31	340.18	2000	27.03	296.58	2000	26.31	189.20
2100	27.63	357.19	2100	28.38	313.51	2100	27.63	198.66
2200	28.95	370.20	2200	29.73	328.44	2200	28.94	208.12
2290	30.13	391.21	2300	31.08	343.37	2300	30.28	217.58
			2400	32.43	362.30	2400	31.58	227.04
			2480	33.51	373.23	2483	32.67	236.50


Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor


Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera


Cuzco Minchan, Victor
Encargado de laboratorio




 Ing. Cubas Becerra, Alejandro
 Asesor


 Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
 Director de Carrera


 Cuzco Minchan, Victor
 Encargado de laboratorio

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO 0.8% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 14 DÍAS								
Nombre	VIGUETA 0.8% P1		Nombre	VIGUETA 0.8% P2		Nombre	VIGUETA 0.8% P3	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	15.10		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm2	seg.	kg	kg/cm2	seg.	kg	kg/cm2	seg.
100	1.32	28.63	100	1.34	9.86	100	1.32	12.73
200	2.63	52.99	200	2.68	17.61	200	2.63	29.56
300	3.95	71.64	300	4.03	31.95	300	3.95	46.35
400	5.26	88.94	400	5.37	53.61	400	5.26	62.66
500	6.58	100.91	500	6.71	78.22	500	6.58	76.32
600	7.89	111.43	600	8.05	87.40	600	7.89	86.34
700	9.21	121.68	700	9.40	95.16	700	9.21	95.65
800	10.53	131.30	800	10.74	102.51	800	10.53	110.97
900	11.84	140.06	900	12.08	109.79	900	11.84	113.20
1000	13.16	148.76	1000	13.42	116.13	1000	13.16	124.28
1100	14.47	156.43	1100	14.77	122.85	1100	14.47	162.32
1200	15.79	164.26	1200	16.11	129.03	1200	15.79	180.43
1300	17.10	170.71	1300	17.45	135.32	1300	17.10	194.48
1400	18.42	178.06	1400	18.79	141.10	1400	18.42	207.01
1500	19.74	184.72	1500	20.13	146.96	1500	19.74	216.02
1600	21.05	190.55	1600	21.48	152.71	1600	21.05	231.37
1700	22.37	196.53	1700	22.82	158.61	1700	22.37	242.93
1800	23.68	202.40	1800	24.16	164.50	1800	23.68	258.70
1900	25.00	208.42	1900	25.50	170.13	1900	25.00	270.08
2000	26.31	213.80	2000	26.85	174.92	2000	26.31	277.88
2100	27.63	219.26	2100	28.19	180.55	2100	27.63	286.64
2200	28.95	224.73	2200	29.53	186.28	2200	28.94	294.28
2300	30.26	229.77	2300	30.87	191.28	2300	30.26	301.56
2400	31.58	234.19	2400	32.21	196.67	2400	31.58	307.95
2500	32.89	238.44	2500	33.56	201.51	2500	32.89	314.10
2600	34.21	243.10	2600	34.90	206.82	2600	34.21	320.53
2700	35.52	247.20	2700	36.24	212.43	2700	35.52	326.26
2800	36.84	251.11	2800	37.58	217.13	2736	36.00	330.19
2871	37.77	255.83	2900	38.93	226.92	2128	28.00	335.8
2524	33.21	261.24	3000	40.27	237.81			
			3082	41.37	251.99			
			2688	36.08	258.37			


Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor


Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera


Cuzco Minchan, Victor
Encargado de laboratorio




 Ing. Cubas Becerra, Alejandro
 Asesor


 Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
 Director de Carrera

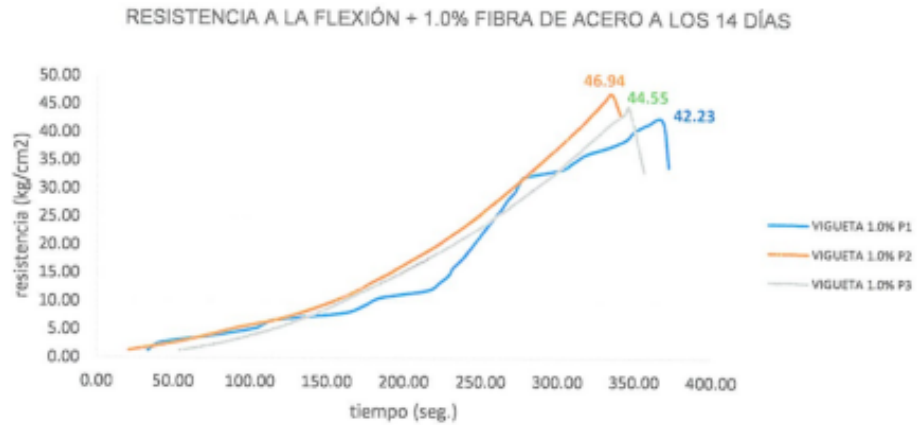

 Quispe Minchan, Victor
 Encargado de laboratorio

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO "1.0% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 14 DÍAS"								
Nombre	VIGUETA 1.0% P1		Nombre	VIGUETA 1.0% P2		Nombre	VIGUETA 1.0% P3	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm2	seg.	kg	kg/cm2	seg.	kg	kg/cm2	seg.
100	1.34	33.36	100	1.35	20.78	100	1.32	54.09
200	2.68	41.84	200	2.70	50.18	200	2.63	80.40
300	4.03	76.76	300	4.05	72.52	300	3.95	99.42
400	5.37	104.36	400	5.41	92.09	400	5.26	116.61
500	6.71	115.34	500	6.76	116.70	500	6.58	129.72
600	8.05	161.54	600	8.11	133.70	600	7.89	142.32
700	9.40	174.30	700	9.46	148.10	700	9.21	153.86
800	10.74	184.90	800	10.81	160.39	800	10.53	163.46
900	12.08	215.64	900	12.16	170.57	900	11.84	173.24
1000	13.42	223.18	1000	13.51	179.49	1000	13.16	183.69
1100	14.77	229.20	1100	14.86	189.37	1100	14.47	193.86
1200	16.11	232.00	1200	16.22	197.71	1200	15.79	202.67
1300	17.45	237.12	1300	17.57	206.17	1300	17.10	211.83
1400	18.79	241.28	1400	18.92	214.66	1400	18.42	220.07
1500	20.13	245.00	1500	20.27	222.65	1500	19.74	228.67
1600	21.48	248.96	1600	21.62	229.68	1600	21.05	236.61
1700	22.82	252.66	1700	22.97	236.98	1700	22.37	244.47
1800	24.16	256.62	1800	24.32	243.62	1800	23.68	252.41
1900	25.50	260.50	1900	25.67	250.08	1900	25.00	258.86
2000	26.85	264.42	2000	27.03	255.94	2000	26.31	266.28
2100	28.19	267.68	2100	28.38	262.32	2100	27.63	272.61
2200	29.53	272.32	2200	29.73	268.07	2200	28.94	279.30
2300	30.87	274.90	2300	31.08	274.09	2300	30.26	285.60
2400	32.21	278.90	2400	32.43	279.60	2400	31.58	292.20
2500	33.56	302.52	2500	33.78	285.12	2500	32.89	298.71
2600	34.90	310.52	2600	35.13	290.81	2600	34.21	303.81
2700	36.24	318.74	2700	36.48	296.41	2700	35.52	309.05
2800	37.58	334.30	2800	37.84	301.80	2800	36.84	314.91
2900	38.93	345.34	2900	39.19	307.13	2900	38.15	320.34
3000	40.27	349.96	3000	40.54	312.25	3000	39.47	326.13
3100	41.61	359.42	3100	41.89	317.8	3100	40.79	331.395
3146	42.23	368.88	3200	43.24	322.34	3200	42.10	337.14
2540	34.09	372.49	3300	44.59	327.1	3300	43.42	344.07
			3400	45.94	331.55	3386	44.55	346.875
			3474	46.94	335.77	2515	33.09	356.76
			3180	42.97	341.61			


Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor



Ing. Aguilar Allaga, Orlando
Director de Carrera


Cuzco Minchan, Victor
Encargado de laboratorio




 Ing. Cubas Becerra, Alejandro
 Asesor


 Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
 Director de Carrera


 Cuzco Minchan, Victor
 Encargado de laboratorio

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO *1.2% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 14 DÍAS								
Nombre	VIGUETA 1.2% P1		Nombre	VIGUETA 1.2% P2		Nombre	VIGUETA 1.2% P3	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm2	seg.	kg	kg/cm2	seg.	kg	kg/cm2	seg.
100	1.34	7.02	100	1.35	0.41	100	1.32	32.76
200	2.68	21.52	200	2.70	29.59	200	2.63	58.05
300	4.03	42.74	300	4.05	53.33	300	3.95	76.33
400	5.37	63.71	400	5.41	74.57	400	5.28	90.73
500	6.71	79.85	500	6.76	91.60	500	6.58	101.70
600	8.05	93.26	600	8.11	111.73	600	7.89	112.19
700	9.40	105.22	700	9.48	126.90	700	9.21	122.01
800	10.74	114.62	800	10.81	144.08	800	10.53	130.06
900	12.08	123.64	900	12.16	154.94	900	11.84	138.22
1000	13.42	131.96	1000	13.51	163.94	1000	13.16	144.38
1100	14.77	140.05	1100	14.86	172.55	1100	14.47	152.26
1200	16.11	147.87	1200	16.22	181.66	1200	15.79	158.85
1300	17.45	154.95	1300	17.57	190.62	1300	17.10	165.37
1400	18.79	162.22	1400	18.92	202.22	1400	18.42	172.16
1500	20.13	170.29	1500	20.27	243.89	1500	19.74	178.34
1600	21.48	177.45	1600	21.62	246.08	1600	21.05	185.83
1700	22.82	184.98	1700	22.97	249.54	1700	22.37	191.51
1800	24.16	191.97	1800	24.32	251.90	1800	23.68	197.22
1900	25.50	200.01	1900	25.67	254.01	1900	25.00	202.44
2000	26.85	205.92	2000	27.03	258.85	2000	26.31	206.24
2100	28.19	211.41	2100	28.38	266.59	2100	27.63	213.88
2200	29.53	217.24	2200	29.73	272.96	2200	28.94	218.82
2300	30.87	223.05	2300	31.08	279.60	2300	30.26	223.95
2400	32.21	228.53	2400	32.43	286.44	2334	30.71	227.86
2500	33.56	234.33	2500	33.78	293.06	1580	20.79	230.29
2600	34.90	240.06	2516	34.00	296.48			
2625	35.23	246.62	1620	21.89	324.86			
1550	20.81	257.34						


Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor


Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera


Cuzco Minchan, Victor
Encargado de laboratorio

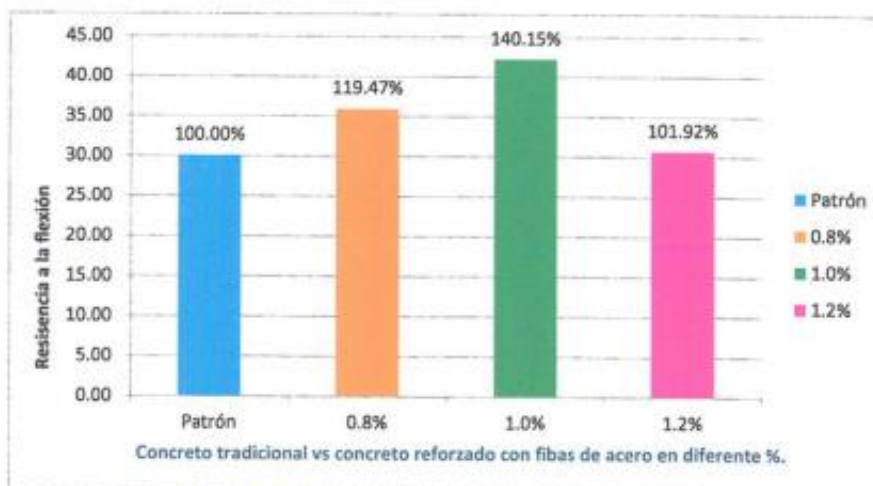
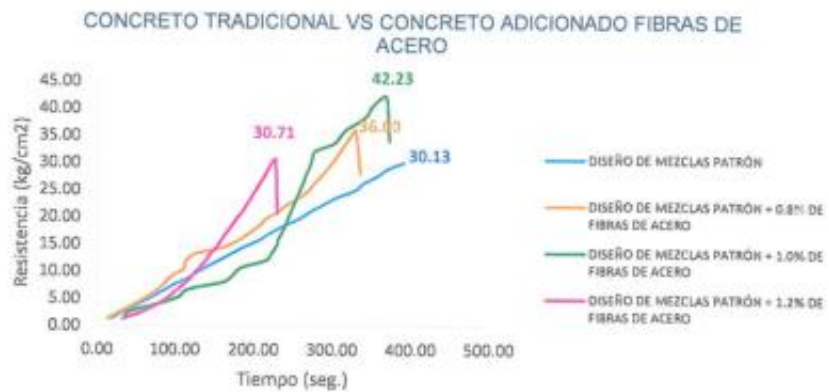




 Ing. Cubas Becerra, Alejandro
 Asesor


 Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
 Director de Carrera


 Cruzco Minchan, Victor
 Encargado de laboratorio

ENSAYO A LOS 14 DÍAS




 Ing. Cubas Becerra, Alejandro
 Asesor


 Ing. Aguilar Aliaga, Oriando
 Director de Carrera


 Cusquisiván Chilón, Manuel Edgar
 Alumno


 Sr. Guasco Minchán, Victor
 Jefe de Laboratorio

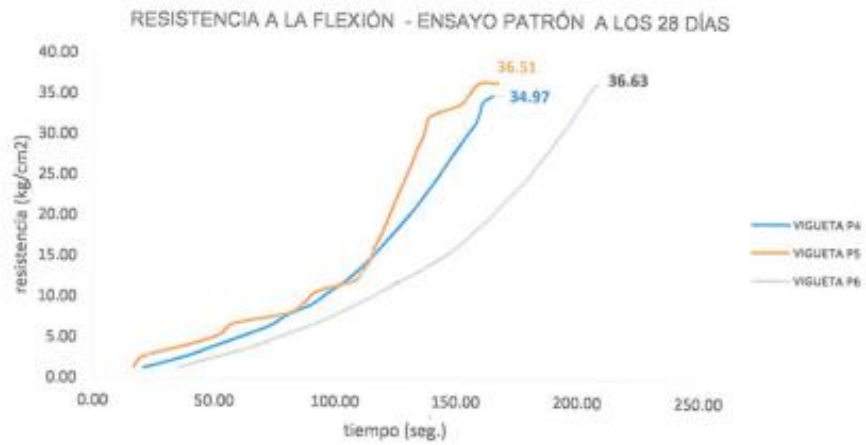
ANEXOS N° 07: ENSAYOS DE CONCRETO $F'_{C}=210$ KG/CM² A LOS 28 DÍAS.

ENSAYO DE VIGUETAS PATRÓN A LOS 28 DÍAS											
Nombre	VIGUETA P4			Nombre	VIGUETA P5			Nombre	VIGUETA P6		
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70		Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70		Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	
	Ancho medio de probeta:	14.90			Ancho medio de probeta:	14.90			Ancho medio de probeta:	15.10	
	altura media de probeta	15.10			altura media de probeta	14.90			altura media de probeta	15.00	
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo			
kg	kg/cm2	seg.	kg	kg/cm2	seg.	kg	kg/cm2	seg.			
100	1.32	20.87	100	1.35	16.68	100	1.32	35.10			
200	2.63	37.64	200	2.70	20.92	200	2.63	50.53			
300	3.95	49.64	300	4.05	38.38	300	3.95	65.81			
400	5.26	61.54	400	5.41	52.18	400	5.26	77.25			
500	6.58	72.99	500	6.76	57.67	500	6.58	89.48			
600	7.89	80.08	600	8.11	80.77	600	7.89	99.69			
700	9.21	90.24	700	9.46	87.15	700	9.21	108.69			
800	10.53	96.30	800	10.81	92.45	800	10.53	117.29			
900	11.84	102.88	900	12.16	107.82	900	11.84	125.35			
1000	13.16	108.37	1000	13.51	111.59	1000	13.16	133.95			
1100	14.47	113.11	1100	14.86	114.60	1100	14.47	141.34			
1200	15.79	117.45	1200	16.22	116.00	1200	15.79	148.11			
1300	17.10	121.39	1300	17.57	118.56	1300	17.10	153.46			
1400	18.42	125.42	1400	18.92	120.64	1400	18.42	158.21			
1500	19.74	129.20	1500	20.27	122.50	1500	19.74	163.31			
1600	21.05	132.99	1600	21.62	124.48	1600	21.05	167.34			
1700	22.37	136.23	1700	22.97	126.33	1700	22.37	171.73			
1800	23.68	139.53	1800	24.32	128.31	1800	23.68	175.96			
1900	25.00	142.72	1900	25.67	130.25	1900	25.00	180.02			
2000	26.31	145.57	2000	27.03	132.21	2000	26.31	183.17			
2100	27.63	148.57	2100	28.38	133.84	2100	27.63	186.66			
2200	28.95	151.86	2200	29.73	136.16	2200	28.94	190.09			
2300	30.26	154.76	2300	31.08	137.45	2300	30.26	193.30			
2400	31.58	158.01	2400	32.43	139.45	2400	31.58	196.59			
2500	32.89	159.59	2500	33.78	151.26	2500	32.89	199.32			
2600	34.21	161.11	2600	35.13	155.26	2600	34.21	202.42			
2658	34.97	165.15	2700	36.48	159.37	2700	35.52	204.88			
			2702	36.51	167.15	2784	36.63	208.09			


Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor


Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera


Guzco Minchan, Victor
Encargado de laboratorio




 Ing. Cubas Becerra, Alejandro
 Asesor


 Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
 Director de Carrera


 Cuzco Minchan, Victor
 Encargado de laboratorio

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO 0.8% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS								
Nombre	VIGUETA 0.8% P4		Nombre	VIGUETA 0.8% P5		Nombre	VIGUETA 0.8% P6	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	45.20	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	45.20	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	45.20
	Ancho medio de probeta:	15.10		Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	15.00		altura media de probeta	15.00		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm2	seg.	kg	kg/cm2	seg.	kg	kg/cm2	seg.
100	1.33	10.60	100	1.34	3.16	100	1.33	5.29
200	2.66	18.67	200	2.68	10.02	200	2.66	11.76
300	3.99	25.12	300	4.02	18.39	300	3.99	19.18
400	5.32	35.71	400	5.36	26.61	400	5.32	25.56
500	6.65	39.64	500	6.70	34.95	500	6.65	33.23
600	7.98	41.30	600	8.04	43.25	600	7.98	40.48
700	9.31	46.59	700	9.37	51.58	700	9.31	46.73
800	10.64	52.42	800	10.71	59.78	800	10.64	52.49
900	11.97	56.98	900	12.05	67.19	900	11.97	59.46
1000	13.30	62.34	1000	13.39	74.36	1000	13.30	65.70
1100	14.63	65.92	1100	14.73	80.76	1100	14.63	71.80
1200	15.96	69.56	1200	16.07	86.35	1200	15.96	77.34
1300	17.30	72.94	1300	17.41	92.13	1300	17.30	82.39
1400	18.63	77.00	1400	18.75	97.15	1400	18.63	87.15
1500	19.96	80.74	1500	20.09	102.92	1500	19.96	91.65
1600	21.29	85.10	1600	21.43	107.51	1600	21.29	96.14
1700	22.62	88.82	1700	22.77	111.91	1700	22.62	100.56
1800	23.95	92.47	1800	24.11	116.06	1800	23.95	104.36
1900	25.28	96.59	1900	25.45	120.91	1900	25.28	108.34
2000	26.61	101.18	2000	26.79	125.18	2000	26.61	111.68
2100	27.94	105.20	2100	28.12	129.22	2100	27.94	115.54
2200	29.27	108.49	2200	29.46	132.80	2200	29.27	119.41
2300	30.60	111.85	2300	30.80	137.08	2300	30.60	122.90
2400	31.93	115.06	2400	32.14	140.43	2400	31.93	125.43
2500	33.26	118.55	2500	33.48	144.24	2500	33.26	129.05
2600	34.59	121.19	2600	34.82	148.12	2600	34.59	132.72
2700	35.92	124.42	2700	36.16	151.12	2700	35.92	135.76
2800	37.25	127.18	2800	37.50	154.58	2800	37.25	138.66
2857	38.01	130.29	2821	37.78	156.99	2900	38.58	141.52
2186	29.08	132.11	2326	31.15	158.01	2956	39.33	144.54
						2438	32.43	147.67


Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor


Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera


Cuzco Minchan, Victor
Encargado de laboratorio




 Ing. Cubas Becerra, Alejandro
 Asesor


 Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
 Director de Carrera


 Cuzco Minchan, Victor
 Encargado de laboratorio

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO *1.0% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS*								
Nombre	VIGUETA 1.0% P4		Nombre	VIGUETA 1.0% P5		Nombre	VIGUETA 1.0% P6	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm2	seg.	kg	kg/cm2	seg.	kg	kg/cm2	seg.
100	1.34	18.06	100	1.35	6.83	100	1.32	14.05
200	2.68	23.84	200	2.70	10.27	200	2.63	31.02
300	4.03	39.64	300	4.05	19.46	300	3.95	42.95
400	5.37	46.10	400	5.41	26.55	400	5.26	52.17
500	6.71	51.80	500	6.76	35.38	500	6.58	60.01
600	8.05	67.40	600	8.11	39.79	600	7.89	67.00
700	9.40	72.60	700	9.46	45.73	700	9.21	74.26
800	10.74	86.90	800	10.81	52.00	800	10.53	80.22
900	12.08	91.78	900	12.16	56.29	900	11.84	86.23
1000	13.42	95.80	1000	13.51	64.23	1000	13.16	91.50
1100	14.77	99.14	1100	14.66	69.70	1100	14.47	96.24
1200	16.11	102.20	1200	16.22	75.13	1200	15.79	101.03
1300	17.45	105.34	1300	17.57	79.90	1300	17.10	105.54
1400	18.79	107.86	1400	18.92	86.60	1400	18.42	110.13
1500	20.13	110.56	1500	20.27	91.46	1500	19.74	113.34
1600	21.48	113.18	1600	21.62	96.00	1600	21.05	117.69
1700	22.82	116.10	1700	22.97	100.31	1700	22.37	121.40
1800	24.16	118.94	1800	24.32	104.02	1800	23.68	125.23
1900	25.50	121.44	1900	25.67	107.29	1900	25.00	128.83
2000	26.85	123.86	2000	27.03	110.78	2000	26.31	132.12
2100	28.19	125.46	2100	28.38	114.40	2100	27.63	135.63
2200	29.53	127.04	2200	29.73	117.59	2200	28.94	138.75
2300	30.87	129.10	2300	31.08	120.91	2300	30.26	141.83
2400	32.21	131.08	2400	32.43	124.11	2400	31.58	144.76
2500	33.56	133.48	2500	33.78	126.65	2500	32.89	147.30
2600	34.90	135.38	2600	35.13	130.39	2600	34.21	150.03
2700	36.24	136.92	2700	36.48	133.30	2700	35.52	152.81
2800	37.58	139.38	2800	37.84	136.41	2800	36.84	155.53
2900	38.93	141.00	2900	39.19	139.45	2900	38.15	158.15
2993	40.17	148.58	3000	40.54	141.98	3000	39.47	160.47
2476	33.23	153.06	3100	41.89	144.84	3031	39.88	162.49
			3139	42.42	147.75	2482	32.66	163.95
			2516	34.00	149.31			


Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor


Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera


Cuzco Miñchan, Victor
Encargado de laboratorio




 Ing. Cubas Becerra, Alejandro
 Asesor


 Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
 Director de Carrera


 Cuzco Minchan, Victor
 Encargado de laboratorio

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO "1.2% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS								
Nombre	VIGUETA 1.2% P4		Nombre	VIGUETA 1.2% P5		Nombre	VIGUETA 1.2% P6	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm2	seg.	kg	kg/cm2	seg.	kg	kg/cm2	seg.
100	1.34	6.56	100	1.35	15.46	100	1.32	15.46
200	2.68	15.51	200	2.70	28.31	200	2.63	28.31
300	4.03	23.18	300	4.05	37.85	300	3.95	37.85
400	5.37	32.81	400	5.41	49.85	400	5.26	49.85
500	6.71	41.54	500	6.76	59.64	500	6.58	59.64
600	8.05	50.60	600	8.11	68.85	600	7.89	68.85
700	9.40	62.98	700	9.46	77.98	700	9.21	77.98
800	10.74	74.62	800	10.81	86.51	800	10.53	86.51
900	12.08	87.31	900	12.16	95.34	900	11.84	95.34
1000	13.42	97.51	1000	13.51	103.27	1000	13.16	103.27
1100	14.77	110.18	1100	14.86	111.24	1100	14.47	111.24
1200	16.11	119.47	1200	16.22	119.11	1200	15.79	119.11
1300	17.45	129.76	1300	17.57	123.66	1300	17.10	123.66
1400	18.79	138.79	1400	18.92	129.69	1400	18.42	129.69
1500	20.13	147.85	1500	20.27	136.23	1500	19.74	136.23
1600	21.48	156.60	1600	21.62	142.09	1600	21.05	142.09
1700	22.82	165.36	1700	22.97	147.92	1700	22.37	147.92
1800	24.16	172.90	1800	24.32	154.22	1800	23.68	154.22
1900	25.50	180.14	1900	25.67	159.38	1900	25.00	159.38
2000	26.85	187.02	2000	27.03	164.72	2000	26.31	164.72
2100	28.19	193.64	2100	28.38	169.75	2100	27.63	169.75
2200	29.53	199.81	2200	29.73	173.71	2200	28.94	173.71
2300	30.87	207.04	2300	31.08	179.64	2300	30.26	179.64
2400	32.21	212.41	2400	32.43	184.13	2400	31.58	184.13
2500	33.56	217.92	2500	33.78	188.68	2500	32.89	188.68
2600	34.90	224.13	2600	35.13	193.20	2600	34.21	193.20
2700	36.24	229.40	2700	36.48	197.48	2700	35.52	197.48
2800	37.58	235.41	2800	37.84	201.99	2800	36.84	201.99
2823	37.89	240.38	2900	39.19	206.05	2900	38.15	206.05
2488	33.40	241.31	2978	40.24	210.25	2951	38.83	210.25
			2498	33.76	214.41	2468	32.47	214.41


Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor


Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera

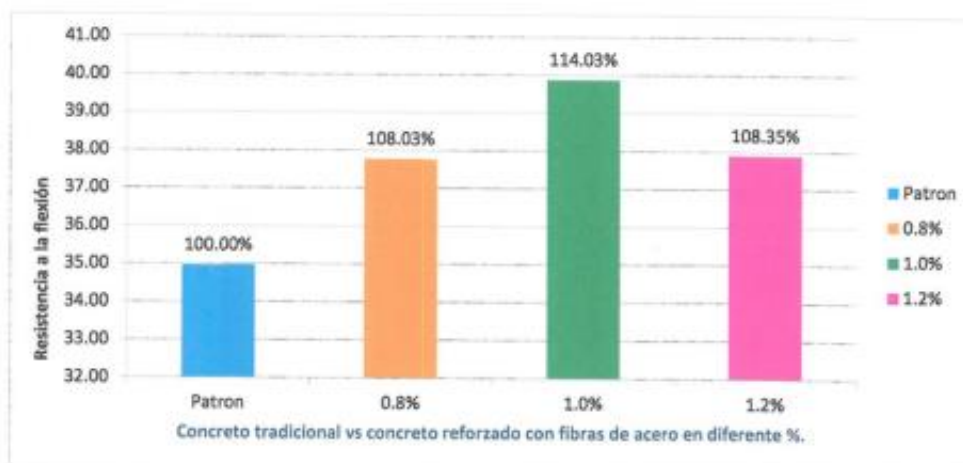

Guasco Minchan, Víctor
Encargado de laboratorio




 Ing. Cubas Becerra, Alejandro
 Asesor


 Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
 Director de Carrera


 Cuzco Minchan, Víctor
 Encargado de laboratorio



A. Cubas B.
Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor

O. Aguilar A.
Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera

M. Cusquisiván C.
Cusquisiván Chilón, Manuel Edgar
Alumno


J. Sáenz C.
Sáenz Correa, Jean Pier
Alumno

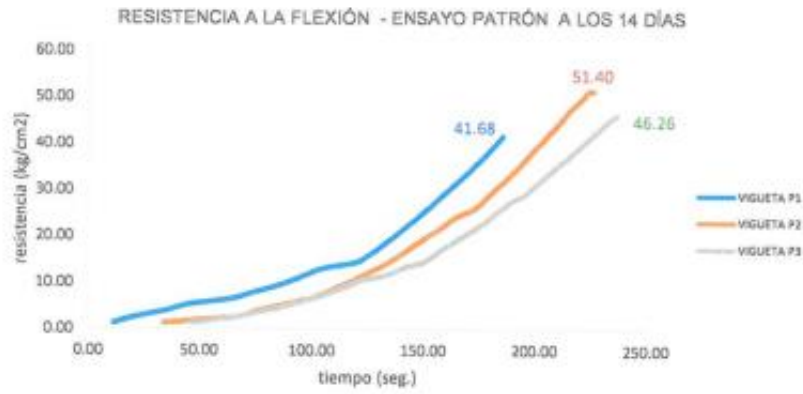
ANEXOS N° 08: ENSAYOS DE CONCRETO F´C=280 KG/CM² A LOS 14 DÍAS.

ENSAYO DE VIGUETAS PATRÓN A LOS 14 DÍAS								
Nombre	VIGUETA P1		Nombre	VIGUETA P2		Nombre	VIGUETA P3	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta:	15.10		altura media de probeta:	14.90		altura media de probeta:	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm2	seg.	kg	kg/cm2	seg.	kg	kg/cm2	seg.
100	1.32	11.24	100	1.35	33.98	100	1.32	46.40
200	2.63	20.97	200	2.70	66.94	200	2.63	65.90
300	3.95	34.45	300	4.05	76.63	300	3.95	79.12
400	5.26	44.43	400	5.41	88.92	400	5.26	90.34
500	6.58	64.51	500	6.76	100.14	500	6.58	99.79
600	7.89	73.70	600	8.11	107.40	600	7.89	107.81
700	9.21	83.62	700	9.46	113.52	700	9.21	115.08
800	10.53	91.43	800	10.81	119.48	800	10.53	121.62
900	11.84	97.86	900	12.16	124.67	900	11.84	133.88
1000	13.16	105.06	1000	13.51	130.59	1000	13.16	140.11
1100	14.47	119.76	1100	14.88	135.35	1100	14.47	149.79
1200	15.79	124.37	1200	16.22	139.82	1200	15.79	154.32
1300	17.10	128.64	1300	17.57	144.18	1300	17.10	158.01
1400	18.42	132.09	1400	18.92	148.39	1400	18.42	162.67
1500	19.74	135.85	1500	20.27	152.50	1500	19.74	166.76
1600	21.05	139.15	1600	21.62	157.24	1600	21.05	171.18
1700	22.37	142.78	1700	22.97	161.09	1700	22.37	175.47
1800	23.68	146.41	1800	24.32	165.13	1800	23.68	179.18
1900	25.00	149.50	1900	25.67	171.83	1900	25.00	182.54
2000	26.31	152.86	2000	27.03	175.72	2000	26.31	186.21
2100	27.63	155.89	2100	28.38	178.39	2100	27.63	189.73
2200	28.95	158.88	2200	29.73	181.47	2200	28.94	195.38
2300	30.26	161.99	2300	31.08	184.38	2300	30.26	198.44
2400	31.58	165.02	2400	32.43	187.57	2400	31.58	201.77
2500	32.89	168.10	2500	33.78	190.36	2500	32.89	204.96
2600	34.21	171.11	2600	35.13	193.28	2600	34.21	208.07
2700	35.52	173.70	2700	36.48	195.82	2700	35.52	211.13
2800	36.84	176.65	2800	37.84	198.34	2800	36.84	214.79
2900	38.16	179.20	2900	39.19	200.78	2900	38.15	217.66
3000	39.47	181.82	3000	40.54	203.75	3000	39.47	220.75
3100	40.79	184.28	3100	41.89	205.97	3100	40.79	223.78
3168	41.68	185.84	3200	43.24	208.86	3200	42.10	226.96
			3300	44.59	211.36	3300	43.42	229.92
			3400	45.94	213.83	3400	44.73	232.78
			3500	47.30	216.02	3500	46.05	236.10
			3600	48.65	218.98	3516	46.26	237.07
			3700	50.00	222.02			
			3800	51.35	224.17			
			3804	51.40	226.40			


Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor


Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera


Sr. Guzco Minchán, Victor
Encargado de laboratorio




 Ing. Cubas Becerra, Alejandro
 Asesor


 Ing. Aguilar Allaga, Orlando
 Director de Carrera


 Sr. Cuzco Minchán, Victor
 Encargado de laboratorio

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO 0.8% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 14 DÍAS								
Nombre	VIGUETA 0.8% P1		Nombre	VIGUETA 0.8% P2		Nombre	VIGUETA 0.8% P3	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	15.10		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm ²	seg.	kg	kg/cm ²	seg.	kg	kg/cm ²	seg.
100	1.32	64.54	100	1.34	7.72	100	1.32	18.00
200	2.63	79.24	200	2.66	21.89	200	2.63	22.27
300	3.95	91.25	300	4.03	33.63	300	3.95	26.93
400	5.26	99.41	400	5.37	45.03	400	5.26	30.41
500	6.58	109.04	500	6.71	57.70	500	6.58	34.86
600	7.89	117.15	600	8.05	68.70	600	7.89	39.40
700	9.21	123.81	700	9.40	79.49	700	9.21	43.61
800	10.53	129.88	800	10.74	87.63	800	10.53	47.52
900	11.84	135.60	900	12.08	94.44	900	11.84	51.47
1000	13.16	141.22	1000	13.42	100.59	1000	13.16	55.08
1100	14.47	146.60	1100	14.77	107.54	1100	14.47	58.64
1200	15.79	151.71	1200	16.11	112.74	1200	15.79	61.50
1300	17.10	156.54	1300	17.46	118.30	1300	17.10	64.70
1400	18.42	161.19	1400	18.79	122.33	1400	18.42	67.78
1500	19.74	165.83	1500	20.13	126.21	1500	19.74	70.83
1600	21.05	169.96	1600	21.48	129.98	1600	21.05	73.35
1700	22.37	173.62	1700	22.82	133.65	1700	22.37	76.43
1800	23.68	177.73	1800	24.16	136.66	1800	23.68	78.94
1900	25.00	181.02	1900	25.50	140.24	1900	25.00	81.55
2000	26.31	184.47	2000	26.85	142.77	2000	26.31	84.02
2100	27.63	187.60	2100	28.19	146.58	2100	27.63	86.10
2200	28.95	191.05	2200	29.53	149.13	2200	28.94	88.57
2300	30.26	193.77	2300	30.87	151.78	2300	30.26	90.62
2400	31.58	197.15	2400	32.21	155.09	2400	31.58	92.56
2500	32.89	199.70	2500	33.56	157.30	2500	32.89	94.58
2600	34.21	202.52	2600	34.90	160.03	2600	34.21	96.54
2700	35.52	205.41	2700	36.24	162.85	2700	35.52	98.57
2800	36.84	208.63	2800	37.58	165.57	2800	36.84	100.51
2900	38.16	211.03	2900	38.93	168.05	2900	38.15	102.22
3000	39.47	213.43	3000	40.27	170.66	3000	39.47	104.18
3100	40.79	216.01	3100	41.61	173.29	3100	40.79	106.17
3164	41.63	219.01	3200	42.95	177.81	3200	42.10	108.38
1600	21.05	221.02	3300	44.30	179.77	3300	43.42	109.77
			3400	45.64	181.70	3400	44.73	111.28
			3500	46.98	183.80	3500	46.05	112.80
			3600	48.32	185.78	3600	47.36	114.77
			3700	49.66	188.30	3700	48.68	116.38
			3800	51.01	190.67	3743	49.25	117.59
			3887	52.17	192.76	1789	23.54	120.14
			1700	22.82	193.54			


Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor Asesor


Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera


Sr. Cuzco Milinchán, Victor
Encargado de laboratorio




 Ing. Cubas Becerra, Alejandro
 Asesor


 Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
 Director de Carrera


 Sr. Guzzo Minchán, Victor
 Encargado de laboratorio

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO *1.0% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 14 DÍAS								
Nombre	VIGUETA 1.0% P1		Nombre	VIGUETA 1.0% P2		Nombre	VIGUETA 1.0% P3	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
	kg	kg/cm2		seg.	kg		kg/cm2	seg.
100	1.34	28.12	100	1.35	30.31	100	1.32	62.07
200	2.68	43.55	200	2.70	33.57	200	2.63	76.62
300	4.03	53.83	300	4.05	38.03	300	3.95	89.98
400	5.37	63.06	400	5.41	42.23	400	5.26	103.57
500	6.71	71.60	500	6.76	46.66	500	6.58	107.86
600	8.05	78.86	600	8.11	52.89	600	7.89	122.07
700	9.40	84.94	700	9.46	59.30	700	9.21	129.70
800	10.74	91.26	800	10.81	65.34	800	10.53	133.07
900	12.08	96.85	900	12.16	69.92	900	11.84	138.21
1000	13.42	102.08	1000	13.51	73.91	1000	13.16	142.74
1100	14.77	106.64	1100	14.86	78.08	1100	14.47	149.94
1200	16.11	110.62	1200	16.22	81.99	1200	15.79	153.96
1300	17.45	114.93	1300	17.57	85.14	1300	17.10	157.85
1400	18.79	118.84	1400	18.92	88.61	1400	18.42	163.22
1500	20.13	122.42	1500	20.27	91.33	1500	19.74	165.66
1600	21.48	126.16	1600	21.62	94.22	1600	21.05	168.18
1700	22.82	129.71	1700	22.97	97.45	1700	22.37	170.24
1800	24.16	132.95	1800	24.32	99.85	1800	23.68	172.67
1900	25.50	136.23	1900	25.67	102.28	1900	25.00	175.38
2000	26.85	139.53	2000	27.03	104.41	2000	26.31	177.34
2100	28.19	142.18	2100	28.38	106.45	2100	27.63	179.85
2200	29.53	144.72	2200	29.73	108.53	2200	28.94	184.06
2300	30.87	146.95	2300	31.08	110.48	2300	30.26	186.57
2400	32.21	150.16	2400	32.43	112.33	2400	31.58	187.90
2500	33.56	152.30	2500	33.78	114.50	2500	32.89	189.90
2600	34.90	154.54	2600	35.13	116.10	2600	34.21	191.98
2700	36.24	156.63	2700	36.48	117.56	2700	35.52	194.07
2800	37.58	158.28	2800	37.84	119.19	2800	36.84	195.70
2900	38.93	159.82	2900	39.19	121.22	2900	38.15	197.49
3000	40.27	161.38	3000	40.54	122.68	3000	39.47	200.18
3100	41.61	162.89	3100	41.89	124.26	3100	40.79	202.58
3156	42.36	164.10	3200	43.24	126.27	3200	42.10	203.68
1800	24.16	169.20	3261	44.07	128.21	3247	42.72	204.88
			1890	25.54	129.56	1890	24.87	205.65


Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor


Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera


Sr. Cuzco-Minchán, Victor
Encargado de laboratorio




 Ing. Cubas Becerra, Alejandro
 Asesor


 Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
 Director de Carrera


 Sr. Cuzco Minchán, Victor
 Encargado de laboratorio

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO *1.2% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 14 DÍAS								
Nombre	VIGUETA 1.2% P1		Nombre	VIGUETA 1.2% P2		Nombre	VIGUETA 1.2% P3	
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm2	seg.	kg	kg/cm2	seg.	kg	kg/cm2	seg.
100	1.34	6.25	100	1.35	7.71	100	1.32	25.24
200	2.68	16.37	200	2.70	19.47	200	2.63	33.99
300	4.03	25.49	300	4.05	29.36	300	3.95	46.53
400	5.37	35.38	400	5.41	40.73	400	5.26	56.20
500	6.71	43.85	500	6.76	48.18	500	6.58	65.94
600	8.05	51.30	600	8.11	54.41	600	7.89	75.86
700	9.40	57.88	700	9.46	61.53	700	9.21	87.13
800	10.74	64.20	800	10.81	67.63	800	10.53	101.82
900	12.08	69.85	900	12.16	73.73	900	11.84	108.85
1000	13.42	75.08	1000	13.51	79.11	1000	13.16	114.89
1100	14.77	80.20	1100	14.86	85.19	1100	14.47	121.74
1200	16.11	84.56	1200	16.22	90.12	1200	15.79	128.88
1300	17.45	89.21	1300	17.57	95.07	1300	17.10	134.01
1400	18.79	93.31	1400	18.92	100.97	1400	18.42	138.82
1500	20.13	96.94	1500	20.27	103.79	1500	19.74	145.43
1600	21.48	100.49	1600	21.62	108.57	1600	21.05	150.18
1700	22.82	106.12	1700	22.97	113.15	1700	22.37	155.05
1800	24.16	111.35	1800	24.32	119.89	1800	23.68	160.07
1900	25.50	116.13	1900	25.67	125.32	1900	25.00	165.72
2000	26.85	120.38	2000	27.03	130.25	2000	26.31	169.85
2100	28.19	125.00	2100	28.38	133.59	2100	27.63	174.98
2200	29.53	129.52	2200	29.73	137.65	2200	28.94	178.90
2300	30.87	133.08	2300	31.08	139.48	2300	30.26	182.62
2400	32.21	136.56	2400	32.43	142.73	2400	31.58	187.33
2500	33.56	138.79	2500	33.78	144.26	2500	32.89	191.51
2600	34.90	141.20	2600	35.13	147.88	2600	34.21	195.05
2698	36.21	144.32	2700	36.48	151.85	2700	35.52	199.52
1550	20.81	148.20	2800	37.84	154.30	2800	36.84	201.95
			2900	39.19	156.92	2897	38.12	204.84
			3000	40.54	162.24	1650	21.71	206.2
			3066	41.43	167.26			
			1600	21.82	170.00			


Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor


Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera

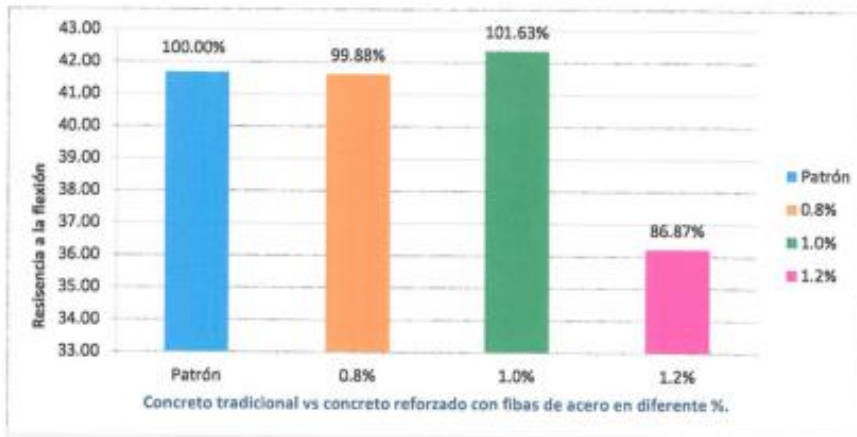

Sr. Guzzo Minchán, Victor
Encargado de laboratorio




 Ing. Cubas Becerra, Alejandro
 Asesor


 Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
 Director de Carrera


 Sr. Cuzco Minchán, Victor
 Encargado de laboratorio




 Ing. Cubas Becerra, Alejandro
 Asesor


 Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
 Director de Carrera


 Cusquisiván Chilón, Manuel Edgar
 Alumno


 Sáenz Correa, Jean Pier
 Alumno

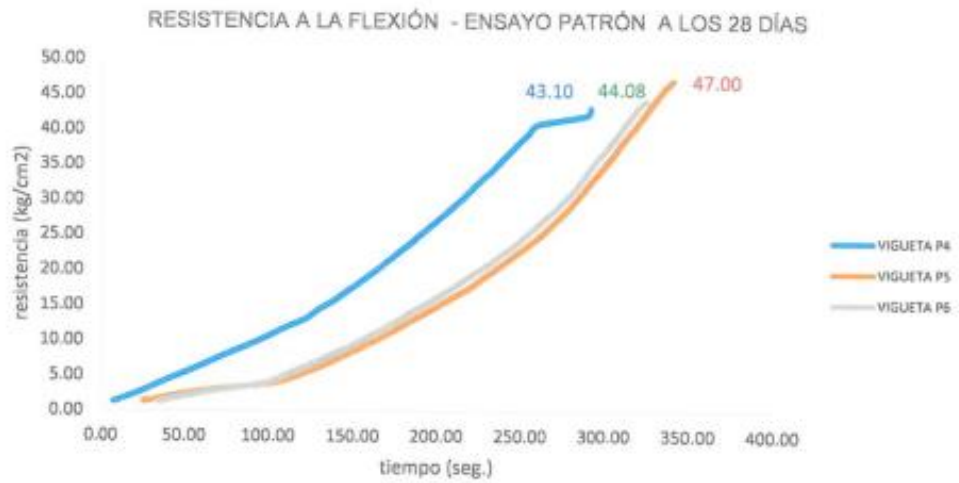
ANEXOS N° 09: ENSAYOS DE CONCRETO F´C=280 KG/CM² A LOS 28 DÍAS.

ENSAYO DE VIGUETAS PATRÓN A LOS 28 DÍAS											
Nombre	VIGUETA P4			Nombre	VIGUETA P5			Nombre	VIGUETA P6		
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70		Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70		Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	
	Ancho medio de probeta:	14.90			Ancho medio de probeta:	14.90			Ancho medio de probeta:	15.10	
	altura media de probeta	15.10			altura media de probeta	14.90			altura media de probeta	15.00	
Carga	Resistencia a la flexión		Tiempo	Resistencia a la flexión		Tiempo	Resistencia a la flexión		Tiempo		
	kg	kg/cm ²		seg.	kg		kg/cm ²	seg.		kg	kg/cm ²	seg.
100	1.32	7.61	100	1.35	25.62	100	1.32	35.02			
200	2.63	22.68	200	2.70	57.71	200	2.63	61.58			
300	3.95	35.12	300	4.05	104.38	300	3.95	97.83			
400	5.28	48.58	400	5.41	120.79	400	5.28	111.06			
500	6.58	61.29	500	6.78	134.70	500	6.58	124.07			
600	7.89	73.52	600	8.11	146.42	600	7.89	136.16			
700	9.21	86.23	700	9.46	157.96	700	9.21	148.19			
800	10.53	98.67	800	10.81	169.39	800	10.53	158.47			
900	11.84	109.61	900	12.18	179.76	900	11.84	168.83			
1000	13.16	122.05	1000	13.51	189.95	1000	13.16	178.94			
1100	14.47	129.71	1100	14.86	200.09	1100	14.47	188.17			
1200	15.79	139.09	1200	16.22	209.80	1200	15.79	197.75			
1300	17.10	146.67	1300	17.57	219.84	1300	17.10	206.80			
1400	18.42	154.55	1400	18.92	227.53	1400	18.42	215.14			
1500	19.74	161.97	1500	20.27	235.74	1500	19.74	223.35			
1600	21.05	169.41	1600	21.62	243.33	1600	21.05	231.98			
1700	22.37	176.38	1700	22.97	251.12	1700	22.37	239.23			
1800	23.68	183.56	1800	24.32	258.60	1800	23.68	247.12			
1900	25.00	190.17	1900	25.67	265.31	1900	25.00	253.37			
2000	26.31	196.61	2000	27.03	271.31	2000	26.31	259.86			
2100	27.63	203.23	2100	28.38	277.28	2100	27.63	265.99			
2200	28.95	209.36	2200	29.73	282.51	2200	28.94	272.08			
2300	30.26	215.65	2300	31.08	287.24	2300	30.26	277.64			
2400	31.58	221.20	2400	32.43	291.86	2400	31.58	282.89			
2500	32.89	226.70	2500	33.78	297.05	2500	32.89	287.13			
2600	34.21	233.05	2600	35.13	301.70	2600	34.21	291.19			
2700	35.52	238.26	2700	36.48	306.35	2700	35.52	295.42			
2800	36.84	243.83	2800	37.84	310.37	2800	36.84	300.38			
2900	38.16	249.05	2900	39.19	314.94	2900	38.15	304.94			
3000	39.47	254.93	3000	40.54	319.53	3000	39.47	309.17			
3100	40.79	260.55	3100	41.89	323.77	3100	40.79	313.31			
3200	42.10	290.00	3200	43.24	327.91	3200	42.10	317.40			
3276	43.10	292.36	3300	44.59	332.26	3300	43.42	321.70			
			3400	45.94	336.82	3350	44.08	325.71			
			3478	47.00	341.49						


Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor


Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera


Sr. Cuervo Mirichán, Victor
Encargado de laboratorio




 Ing. Cubas Becerra, Alejandro
 Asesor


 Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
 Director de Carrera


 Sr. Cuzco-Minchán, Victor
 Encargado de laboratorio

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO 0.8% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS								
Nombre VIGUETA 0.8% P4			Nombre VIGUETA 0.8% P5			Nombre VIGUETA 0.8% P6		
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	45.20	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	45.20	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	45.20
	Ancho medio de probeta:	15.10		Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	15.00		altura media de probeta	15.00		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm2	seg.	kg	kg/cm2	seg.	kg	kg/cm2	seg.
100	1.33	97.28	100	1.34	22.07	100	1.33	52.78
200	2.66	118.62	200	2.68	33.74	200	2.68	65.48
300	3.99	135.55	300	4.02	43.24	300	3.99	72.41
400	5.32	149.91	400	5.36	51.58	400	5.32	79.25
500	6.65	163.34	500	6.70	59.58	500	6.65	87.80
600	7.98	175.24	600	8.04	67.74	600	7.98	93.81
700	9.31	185.08	700	9.37	75.87	700	9.31	100.50
800	10.64	194.72	800	10.71	83.47	800	10.64	106.40
900	11.97	203.45	900	12.05	90.56	900	11.97	112.04
1000	13.30	211.50	1000	13.39	98.72	1000	13.30	116.77
1100	14.63	218.52	1100	14.73	107.01	1100	14.63	120.94
1200	15.96	225.38	1200	16.07	116.78	1200	15.96	124.88
1300	17.30	231.70	1300	17.41	122.69	1300	17.30	128.48
1400	18.63	238.31	1400	18.75	128.46	1400	18.63	132.10
1500	19.96	244.86	1500	20.09	134.36	1500	19.96	135.12
1600	21.29	252.95	1600	21.43	139.21	1600	21.29	138.85
1700	22.62	257.14	1700	22.77	145.02	1700	22.62	141.11
1800	23.95	263.34	1800	24.11	150.18	1800	23.95	145.35
1900	25.28	268.75	1900	25.45	155.18	1900	25.28	150.07
2000	26.61	274.32	2000	26.79	159.28	2000	26.61	151.89
2100	27.94	279.95	2100	28.12	163.73	2100	27.94	154.86
2200	29.27	285.02	2200	29.46	168.17	2200	29.27	157.99
2300	30.60	289.67	2300	30.80	170.95	2300	30.60	160.91
2400	31.93	294.75	2400	32.14	174.56	2400	31.93	163.63
2500	33.26	299.69	2500	33.48	178.00	2500	33.26	166.60
2600	34.59	304.96	2600	34.82	181.57	2600	34.59	169.74
2700	35.92	310.00	2700	36.16	184.98	2700	35.92	172.54
2800	37.25	314.67	2800	37.50	188.35	2800	37.25	175.16
2900	38.58	319.29	2900	38.84	191.28	2900	38.58	177.33
3000	39.91	323.57	3000	40.18	194.26	3000	39.91	179.39
3100	41.24	328.35	3100	41.52	198.08	3100	41.24	182.08
3200	42.57	333.27	3200	42.86	200.75	3200	42.57	184.34
3300	43.90	338.22	3300	44.20	203.68	3300	43.90	187.90
3400	45.23	342.61	3400	45.53	206.56	3400	45.23	190.26
3500	46.56	346.87	3470	46.47	209.42	3500	46.56	193.22
3600	47.89	350.96	2000	26.79	210.41	3600	47.89	195.87
3700	49.22	354.82				3700	49.22	199.56
3733	49.66	356.88				3800	50.55	201.81
2000	26.81	357.00				3900	51.89	205.37
						4000	53.22	209.15
						4044	53.80	212.40
						4044	53.80	214.23


Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor


Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera


Sr. Cuervo Minchán, Victor
Encargado de laboratorio




 Ing. Cubas Becerra, Alejandro
 Asesor


 Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
 Director de Carrera

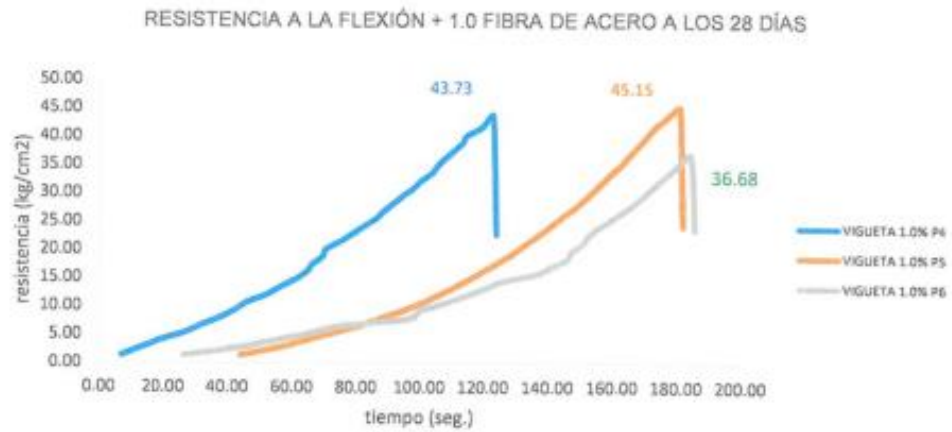

 Sr. Cuzeo Minchán, Victor
 Encargado de laboratorio

ENSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO *1.0% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS											
Nombre	VIGUETA 1.0% P4			Nombre	VIGUETA 1.0% P5			Nombre	VIGUETA 1.0% P6		
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70		Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70		Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	
	Ancho medio de probeta:	15.00			Ancho medio de probeta:	14.90			Ancho medio de probeta:	15.10	
	altura media de probeta	14.90			altura media de probeta	14.90			altura media de probeta	15.00	
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo			
kg	kg/cm ²	seg.	kg	kg/cm ²	seg.	kg	kg/cm ²	seg.			
100	1.34	6.97	100	1.35	44.06	100	1.32	26.29			
200	2.68	13.03	200	2.70	55.60	200	2.63	42.69			
300	4.03	19.18	300	4.05	64.36	300	3.95	54.29			
400	5.37	26.70	400	5.41	72.92	400	5.26	65.58			
500	6.71	31.92	500	6.76	81.66	500	6.58	75.56			
600	8.05	37.81	600	8.11	88.86	600	7.89	97.37			
700	9.40	42.41	700	9.48	95.78	700	9.21	99.97			
800	10.74	46.03	800	10.81	101.45	800	10.53	107.52			
900	12.08	52.10	900	12.16	106.57	900	11.84	114.18			
1000	13.42	56.26	1000	13.51	111.30	1000	13.16	120.38			
1100	14.77	60.83	1100	14.88	115.70	1100	14.47	126.02			
1200	16.11	64.50	1200	16.22	119.90	1200	15.79	136.45			
1300	17.45	66.26	1300	17.57	123.99	1300	17.10	141.49			
1400	18.79	69.35	1400	18.92	127.93	1400	18.42	146.07			
1500	20.13	70.50	1500	20.27	131.36	1500	19.74	147.27			
1600	21.48	74.82	1600	21.62	134.70	1600	21.05	150.68			
1700	22.82	78.66	1700	22.97	138.03	1700	22.37	152.41			
1800	24.16	82.15	1800	24.32	141.12	1800	23.68	154.98			
1900	25.50	86.16	1900	25.67	144.01	1900	25.00	158.83			
2000	26.85	88.70	2000	27.03	147.25	2000	26.31	162.08			
2100	28.19	91.65	2100	28.38	150.20	2100	27.63	165.57			
2200	29.53	94.71	2200	29.73	152.82	2200	28.94	168.58			
2300	30.87	97.95	2300	31.08	155.35	2300	30.26	171.16			
2400	32.21	100.51	2400	32.43	157.81	2400	31.58	173.67			
2500	33.56	103.85	2500	33.78	160.25	2500	32.89	176.29			
2600	34.90	105.68	2600	35.13	162.86	2600	34.21	178.94			
2700	36.24	108.15	2700	36.48	165.03	2700	35.52	181.35			
2800	37.58	110.91	2800	37.84	167.27	2788	36.68	184.55			
2900	38.93	113.57	2900	39.19	169.47	1800	23.68	185.66			
3000	40.27	115.08	3000	40.54	171.51						
3100	41.61	119.48	3100	41.89	173.76						
3200	42.96	121.41	3200	43.24	176.61						
3260	43.76	123.16	3300	44.59	179.17						
1700	22.82	124.16	3341	45.15	181.06						
			1800	24.32	182.01						


Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor


Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera


Sr. Cusco Minchán, Victor
Encargado de laboratorio




 Ing. Cubas Becerra, Alejandro
 Asesor


 Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
 Director de Carrera

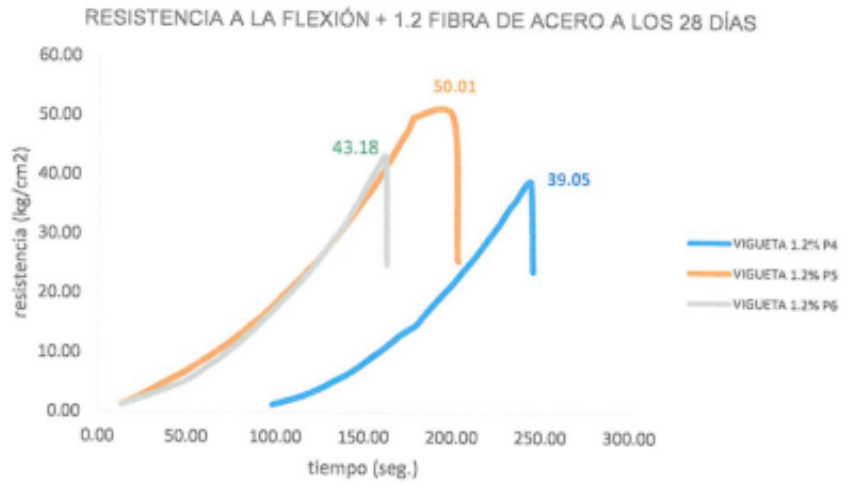

 Sr. Cuzco Minchán, Victor
 Encargado de laboratorio

INSAYO DE VIGUETAS CON FIBRAS DE ACERO *1.2% DEL PESO DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS								
VIGUETA 1.2% P4			VIGUETA 1.2% P5			VIGUETA 1.2% P6		
Nombre			Nombre			Nombre		
Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70	Datos Generales	Longitud entre apoyos:	44.70
	Ancho medio de probeta:	15.00		Ancho medio de probeta:	14.90		Ancho medio de probeta:	15.10
	altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	14.90		altura media de probeta	15.00
Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo	Carga	Resistencia a la flexión	Tiempo
kg	kg/cm ²	seg.	kg	kg/cm ²	seg.	kg	kg/cm ²	seg.
100	1.34	98.11	100	1.35	13.57	100	1.32	14.14
200	2.68	113.52	200	2.70	23.70	200	2.63	27.01
300	4.03	124.54	300	4.05	32.23	300	3.95	38.72
400	5.37	133.05	400	5.41	40.35	400	5.26	49.42
500	6.71	141.72	500	6.76	48.87	500	6.58	56.55
600	8.05	148.67	600	8.11	55.96	600	7.89	62.50
700	9.40	154.92	700	9.46	62.91	700	9.21	69.13
800	10.74	161.22	800	10.81	69.55	800	10.53	74.38
900	12.08	166.75	900	12.16	75.69	900	11.84	79.79
1000	13.42	172.23	1000	13.51	81.39	1000	13.16	84.45
1100	14.77	179.58	1100	14.86	86.37	1100	14.47	89.50
1200	16.11	183.33	1200	16.22	92.13	1200	15.79	93.57
1300	17.45	187.16	1300	17.57	96.75	1300	17.10	98.25
1400	18.79	191.18	1400	18.92	101.17	1400	18.42	102.23
1500	20.13	195.13	1500	20.27	105.73	1500	19.74	106.62
1600	21.48	199.45	1600	21.62	110.32	1600	21.05	110.82
1700	22.82	203.15	1700	22.97	114.92	1700	22.37	114.58
1800	24.16	206.78	1800	24.32	118.91	1800	23.68	118.51
1900	25.50	210.59	1900	25.67	123.41	1900	25.00	122.21
2000	26.85	214.26	2000	27.03	127.01	2000	26.31	125.62
2100	28.19	217.47	2100	28.38	130.60	2100	27.63	128.61
2200	29.53	220.90	2200	29.73	134.17	2200	28.94	131.57
2300	30.87	224.20	2300	31.08	137.81	2300	30.26	135.00
2400	32.21	227.46	2400	32.43	141.34	2400	31.58	138.19
2500	33.56	230.12	2500	33.78	144.95	2500	32.89	140.97
2600	34.90	233.31	2600	35.13	148.27	2600	34.21	143.80
2700	36.24	236.72	2700	36.48	151.55	2700	35.52	146.45
2800	37.58	239.44	2800	37.84	154.97	2800	36.84	148.97
2900	38.93	242.47	2900	39.19	157.93	2900	38.15	151.43
2909	39.05	244.59	3000	40.54	160.68	3000	39.47	154.04
1786	23.97	245.81	3100	41.89	163.45	3100	40.79	156.77
			3200	43.24	166.11	3200	42.10	159.09
			3300	44.59	168.62	3282	43.18	162.62
			3400	45.94	171.34	1900	25.00	163.25
			3500	47.30	174.16			
			3600	48.65	176.52			
			3700	50.00	179.28			
			3701	50.01	200.46			
			1900	25.67	203.25			


Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor


Ing. Aguilar Allaga, Orlando
Director de Carrera

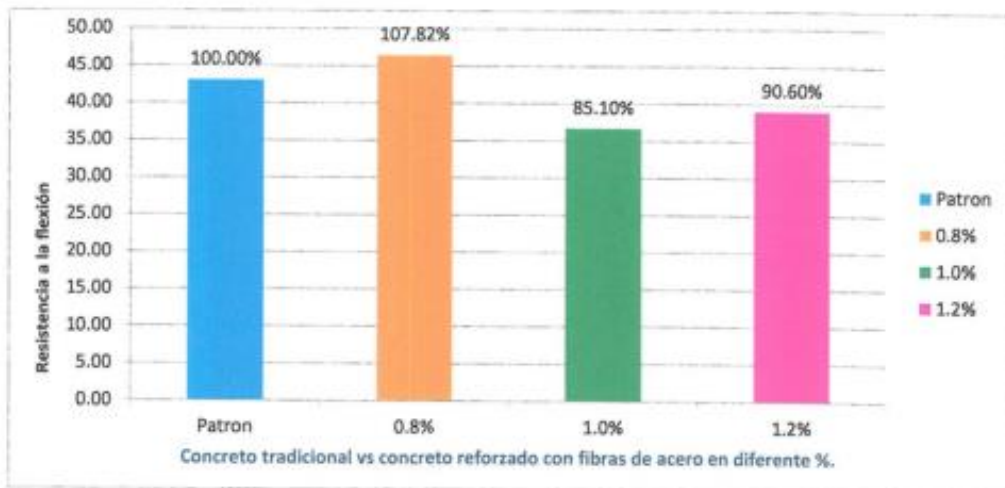

Sr. Guzmán Minchán, Victor
Encargado de laboratorio




 Ing. Cubas Becerra, Alejandro
 Asesor


 Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
 Director de Carrera


 Sr. Cúzeo Minchán, Victor
 Encargado de laboratorio



Alejandro B.
Ing. Cubas Becerra, Alejandro
Asesor

Orlando A.
Ing. Aguilar Aliaga, Orlando
Director de Carrera

Manuel Edgar C.
Cusquisiván Chilón, Manuel Edgar
Alumno

Jean Pier S.
Sáenz Correa, Jean Pier
Alumno