



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE CONCRETO
TRADICIONAL Y CONCRETO CON FIBRAS DE ACERO
MÁS SUPERPLASTIFICANTE, PARA LA CONSTRUCCIÓN
DE VIVIENDAS EN TRUJILLO - 2021”**

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Bach. Darlin Jeyson Barrueto Briceño

Bach. Junior Michael Monsefu Espinal

Asesor:

Ing. Mg. Gerson Elias Vega Rivera

Trujillo – Perú

2021

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a Dios por darme la salud y por permitirme lograr mis metas que me he trasado; también en especial a nuestros padres, hermanos (as), familiares y amigos que en todo momento confiaron en nosotros y nos apoyaron desinteresadamente dándonos consejos para seguir estudiando a nuestros profesores y asesor del estudio de la investigación que nos inculcaron conocimientos y valores, pues gracias a todos ellos pude desarrollar esta investigación de la mejor manera posible.

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento de esta investigación primeramente va dirigido a Dios ya que día a día me da salud y las fuerzas para seguir adelante, ya que sin su bendición nada de esto hubiera sido posible, también quiero agradecer a nuestros padres, madrina, gracias al apoyo en nuestra formación en la universidad ya que gracias a ellos pudimos estudiar ingeniería civil y gracias a su confianza que depositaron en nosotros para lograr todos los objetivos hasta el momento y también agradecer a todos los familiares que nos apoyaron desde el inicio de la carrera universitaria, ya que sin su apoyo de todos ellos hubiera sido difícil lograr las metas propuestas. A nuestros profesores que gracias a sus enseñanzas y consejos para seguir adelante y ser el gran ingeniero civil al término de la carrera universitaria. Muchas gracias a todas esas personas que nos apoyaron con un granito de arena que siempre estaremos eternamente agradecidos ya que gracias a ellos muy pronto seremos ingenieros civiles y esperamos siempre contar con ellos para compartir momentos agradables.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE ECUACIONES	14
RESUMEN.....	15
SUMMARY.....	16
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	17
1.1. Realidad problemática.....	17
1.1.1. Antecedentes de concreto con fibras de acero	18
1.1.2. Antecedentes de concreto con superplastificantes	22
1.1.3. Antecedentes Generales	23
1.1.3.1. Antecedentes Nacionales	23
1.1.3.2. Antecedentes Internacionales.....	29
1.2. Formulación del problema	33
1.2.1. Problema general.....	33
1.2.2. Problemas específicos	33
1.3. Justificación del Estudio	33
1.4. Limitaciones del Estudio.....	35
1.5. Objetivos	35
1.5.1. Objetivo general.....	35
1.5.2. Objetivos específicos	35
1.6. Hipótesis.....	36
1.6.1. Hipótesis general.....	36
1.6.2. Hipótesis específicas	37
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	39
2.1. Tipo de investigación	39
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	39
2.2.1. Población.....	39
2.2.2. Muestra.....	40
2.2.3. Matriz de operacionalidad de las variables	42
a. Variable independiente (VI).....	42
b. Variables dependientes (VD).....	43
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	46
2.3.1. Técnica de recolección de datos.....	46

2.3.2.	Instrumentos de recolección de datos	46
2.3.3.	Técnicas de análisis de datos	47
2.4.	Procedimiento	48
2.4.1.	Procedimiento según los objetivos.....	49
2.4.2.	Marco Teórico.....	51
2.4.3.	Desarrollo.....	70
1.	Caracterización de los agregados	70
2.	Diseño de mezcla por método ACI 211-2010).....	77
3.	Elaboración de las probetas (NTP 339.034).....	86
4.	Propiedades mecánicas del concreto en estado fresco	88
4.1.	Ensayo para la medición del asentamiento del concreto con el Cono de Abrams. (NTP 339.035).....	88
4.2.	Peso Unitario del concreto (NTP 339.046).	89
4.3.	Contenido de Aire del concreto NORMA: NTP 339.083	90
4.4.	Temperatura del concreto.....	90
5.	Propiedades mecánicas del concreto en estado Endurecido ...	91
5.1.	Ensayo a la resistencia a la compresión (NTP 339.034).....	91
	Cuadro de datos de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de curado	92
	Cuadro de datos de la resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de curado	93
	Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado.....	93
5.2.	Ensayo a la resistencia a la flexión (NTP 339.078)	94
	Cuadro de datos de la resistencia a la flexión del concreto a los 14 días de curado	95
	Cuadro de datos de la resistencia a la flexión del concreto a los 28 días de curado	96
5.3.	Módulo de elasticidad del concreto.....	96

CAPÍTULO III. RESULTADOS 99

3.1.	Ensayo granulométrico del Agregado Fino.....	99
3.2.	Ensayo granulométrico del Agregado Grueso.	100
3.3.	Ensayo peso específico y absorción del agregado fino.....	101
3.4.	Ensayo peso específico y absorción del agregado grueso.....	101
3.5.	Ensayo peso unitario suelto y compactado del agregado fino.	102
3.6.	Ensayo peso unitario suelto y compactado del agregado grueso. ..	102
3.7.	Ensayo contenido de humedad del agregado fino.....	103
3.8.	Ensayo contenido de humedad del agregado grueso.....	103
3.9.	Ensayos a la mezcla del concreto en estado fresco	104
3.9.1.	Resultado de ensayos en la mezcla de concreto tradicional.....	104
3.9.2.	Resultado de ensayos en la mezcla del concreto con fibras de acero 30kg/m ³ más aditivo superplastificante SIKAMENT® TM-190 al 0.80%.....	104
3.10.	Ensayos del concreto en estado endurecido	107

3.10.1.	Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de curado	107
3.10.2.	Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de curado	109
3.10.3.	Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado	110
3.10.4.	Para el objetivo específico 2: Ensayo de la resistencia a la flexión del concreto a los 14 días de curado	112
3.10.5.	Ensayo de la resistencia a la flexión del concreto a los 28 días de curado	114
3.10.6.	Para el objetivo específico 3: Módulo de elasticidad del concreto	116
3.11.	Aplicación de la Prueba ANOVA	120
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		124
4.1.	Discusión	124
4.1.1.	Determinación de la resistencia a la compresión del concreto	124
4.1.2.	Determinación de la resistencia a la flexión del concreto	125
4.1.3.	Determinación del módulo de elasticidad del concreto	127
4.2.	Conclusiones	129
4.3.	Recomendaciones	130
REFERENCIAS		131
ANEXOS		135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Hipótesis General	36
Tabla 2: Tipo de Investigación	39
Tabla 3: Cantidad de probetas a realizar	41
Tabla 4: Matriz de Operacionalización de Variables	45
Tabla 5: Diagrama de flujo del proceso de la investigación.....	48
Tabla 6: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de probetas y ensayos.	49
Tabla 7: Procedimiento del Objetivo específico n°1	49
Tabla 8: Procedimiento del Objetivo específico n°2.....	50
Tabla 9: Procedimiento del Objetivo específico n°3.....	50
Tabla 10:Desempeño según el tipo de superplastificantes	56
Tabla 11:Tipo de superplastificantes	56
Tabla 12:Cuadro de ensayo granulométrico del agregado fino.....	71
Tabla 13:Cuadro de ensayo granulométrico del agregado grueso.....	72
Tabla 14:Cuadro de peso específico y absorción del agregado fino	74
Tabla 15:Cuadro de peso específico y absorción del agregado grueso	75
Tabla 16:Cuadro de peso unitario volumétrico de agregados	76
Tabla 17:Cuadro de contenido de humedad de agregados	77
Tabla 18:Cantidad de materiales por m ³	83
Tabla 19:Cantidad de materiales de mezcla corregido por humedad.....	85
Tabla 20:Cantidad de materiales por tanda de concreto tradicional.....	85
Tabla 21:Cantidad de materiales por tanda de concreto fibroreforzado.....	86
Tabla 22: Cuadro de ensayos del concreto tradicional en estado fresco	91
Tabla 23: Cuadro de ensayos del concreto con fibroreforzado más aditivo en estado fresco	91
Tabla 24:Cuadro para el llenado de datos de resistencia a la compresión a los 7 días.....	92
Tabla 25:Cuadro para el llenado de datos de resistencia a la compresión a los 14 días.....	93
Tabla 26:Cuadro para el llenado de datos de resistencia a la compresión a los 28 días.....	93
Tabla 27:Cuadro para el llenado de datos de resistencia a la flexión a los 14 días.....	95
Tabla 28:Cuadro para el llenado de datos de resistencia a la flexión a los 28 días.....	96

Tabla 29: Cuadro para llenado de datos del módulo de elasticidad del concreto.....	98
Tabla 30: Ensayo granulométrico del agregado fino.....	99
Tabla 31: Ensayo granulométrico del agregado grueso.....	100
Tabla 32: Ensayo peso específico y absorción del agregado fino	101
Tabla 33: Ensayo peso específico y absorción del agregado grueso.....	101
Tabla 34: Ensayo peso unitario suelto y compactado del agregado fino.....	102
Tabla 35: Ensayo peso unitario suelto y compactado del agregado grueso	102
Tabla 36: Ensayo del contenido de humedad del agregado fino	103
Tabla 37: Ensayo del contenido de humedad del agregado grueso.....	103
Tabla 38: Ensayos del concreto tradicional en estado fresco	104
Tabla 39: Ensayos del concreto con fibroreforzado más aditivo en estado fresco.....	104
Tabla 40: Resultado de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de curado.	107
Tabla 41: Resultado de la resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de curado.	109
Tabla 42:Resultados de la resistencia a la flexión a los 28 días de curado	110
Tabla 43:Resultados de la resistencia a la flexión a los 14 días de curado	112
Tabla 44: Resultados de la resistencia a la flexión a los 28 días de curado	114
Tabla 45:Resultados del módulo de elasticidad del concreto a los 7 días de curado	116
Tabla 46:Resultados del módulo de elasticidad del concreto a los 14 días de curado	117
Tabla 47:Resultados del módulo de elasticidad del concreto a los 28 días de curado	118
Tabla 48:Resumen de la resistencia del concreto a los 7 días de curado	120
Tabla 49:Análisis ANOVA de la resistencia a la compresión a los 7 días de curado	120
Tabla 50:Resumen de la resistencia del concreto a los 14 días de curado	121
Tabla 51:Análisis ANOVA de la resistencia a la compresión a los 14 días de curado	121
Tabla 52:Resumen de la resistencia del concreto a los 28 días de curado	121
Tabla 53:Análisis ANOVA de la resistencia a la compresión a los 28 días de curado	122
Tabla 54:Resumen de la flexión del concreto a los 14 días de curado.....	122
Tabla 55:Análisis ANOVA de la resistencia a la flexión a los 14 días de curado	122
Tabla 56:Resumen de la flexión del concreto a los 28 días de curado.....	123
Tabla 57:Análisis ANOVA de la resistencia a la compresión a los 28 días de curado	123
Tabla 58: Matriz de consistencia	136
Tabla 59: Resumen de obtención de la cantidad de aditivos.....	139

Tabla 60: Ventajas y desventajas del usos de fibras de acero más superplastificante en el concreto.	140
Tabla 61: Distribución de la cantidad de materiales en el concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	141
Tabla 62: Concreto tradicional $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en columnas	141
Tabla 63: Concreto tradicional $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en vigas	142
Tabla 64: Concreto tradicional $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en losa aligera	142
Tabla 65: Concreto con fibras de acero más superplastificante $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en columnas	143
Tabla 66: Concreto con fibras de acero más superplastificante $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en vigas	143
Tabla 67: Concreto con fibras de acero más superplastificante $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en losa aligerada.....	144
Tabla 68: Resumen del costo x m3 del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	144

ÍNDICE DE FIGURAS

figura 1: Gráfico de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado.	37
figura 2: Gráfico de resistencia a la flexión del concreto a los 28 días de curado.	38
Figura 3: Datos de resistencia a la compresión del concreto.....	41
Figura 4: Gráfica Esfuerzo -Deformación	66
Figura 5: Gráfica esfuerzo vs deformación unitaria	66
Figura 6: Resistencia promedio del concreto a usar	79
Figura 7: Relación a/c por resistencia del concreto	79
Figura 8: Volumen unitario del agua.....	80
Figura 9: Contenido de aire según el TMN	80
Figura 10: Volumen del agregado grueso.....	81
Figura 11: Carga vs deformación	97
Figura 12: Curva granulométrica del agregado fino.....	99
Figura 13: Curva granulométrica del agregado grueso	100
Figura 14: Ensayo de temperatura del concreto fresco.....	105
Figura 15: Ensayo de asentamiento del concreto fresco.....	105
Figura 16: Ensayo de peso unitario del concreto fresco	106
Figura 17: Ensayo de contenido de aire del concreto fresco	106
Figura 18: Gráfico de resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de curado. ...	108
Figura 19: Gráfico de resistencia a la compresión promedio del concreto a los 7 días de curado.	108
Figura 20: Gráfico de resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de curado. .	109
Figura 21: Gráfico de resistencia a la compresión promedio del concreto a los 14 días de curado.	110
Figura 22: Gráfico de resistencia a la flexión del concreto a los 28 días de curado.....	111
Figura 23: Gráfico de resistencia a la flexión promedio del concreto a los 28 días de curado.	111
Figura 24: Gráfico de resistencia a la flexión del concreto a los 14 días de curado.....	113
Figura 25: Gráfico de resistencia a la flexión promedio del concreto a los 14 días de curado.	113
Figura 26: Gráfico de resistencia a la flexión promedio del concreto a los 28 días de curado.	114

Figura 27: Gráfico de resistencia a la flexión promedio del concreto a los 28 días de curado.	115
Figura 28: Gráfico del módulo de elasticidad promedio a 7 días de curado.	117
Figura 29: Gráfico del módulo de elasticidad promedio a 14 días de curado.	118
Figura 30: Gráfico del módulo de elasticidad promedio a 28 días de curado.	119
Figura 31: Resistencia a la compresión del concreto vs el tiempo de curado.	124
Figura 32: Gráfico de la resistencia a la flexión del concreto vs el tiempo de curado.	125
Figura 33: Módulo de elasticidad del concreto vs el tiempo de curado	127
Figura 34: Método de cuarteo del agregado grueso.	145
Figura 35: Muestra del agregado grueso.	145
Figura 36: Método de cuarteo del agregado fino.	145
Figura 37: Muestra del agregado fino.	145
Figura 38: Análisis granulométrico del agregado fino.	145
Figura 39: Análisis granulométrico del agregado grueso.	145
Figura 40: Análisis Peso específico y absorción del agregado fino.	145
Figura 41: Peso específico y absorción del agregado grueso	145
Figura 42: Ensayo con la fiola.	145
Figura 43: Mostrando el ensayo de absorción del agregado grueso.	145
Figura 44: Muestra para el peso específico del agregado fino	145
Figura 45: Peso unitario compactado del agregado grueso	145
Figura 46: Peso unitario suelto del agregado grueso	145
Figura 47: Enrazando para el peso unitario de la grava	145
Figura 48: Chuseando para el peso unitario de la grava.	145
Figura 49: Peso del recipiente para el contenido de humedad	145
Figura 50: Peso unitario compactado del agregado fino	145
Figura 51: Peso unitario suelto del agregado fino	145
Figura 52: Peso del recipiente más muestra húmeda.	145
Figura 53: Ensayo del contenido de humedad.	145
Figura 54: Cemento Pacasmayo Tipo I	145
Figura 55: Aditivo Superplastificante	145
Figura 56: Peso del Cemento Pacasmayo.	145
Figura 57: Fibras de acero-SikaFiber	145
Figura 58: Agregados para la mezcla	145

Figura 59: Peso de las Fibras de acero	145
Figura 60: Agregado fino, grueso y cemento, peso por tanda de mezcla.....	145
Figura 61: Peso de agregado grueso	145
Figura 62: Desmoldante para los moldes de las probetas por cada tanda	145
Figura 63: Selección de moldes de las probetas por cada tanda.....	145
Figura 64: Mezcladora y carretilla para realizar la mezcla	145
Figura 65: Mezclado de materiales en el trompo	145
Figura 66: Mezcla del concreto con fibras de acero más aditivo superplastificante	145
Figura 67: Mezcla del concreto tradicional	145
Figura 68: Temperatura de la mezcla del concreto con fibras de acero más aditivo superplastificante	145
Figura 69: Temperatura de la mezcla del concreto tradicional	145
Figura 70: Vaciado de mezcla a la carretilla	145
Figura 71: Ensayo de consistencia del concreto.....	145
Figura 72: Consistencia del concreto tradicional	145
Figura 73: Consistencia del concreto con fibras de acero más aditivo superplastificante	145
Figura 74: Ensayo del peso unitario del concreto.....	145
Figura 75: Peso unitario del concreto tradiconla	145
Figura 76: Llenado de molde con concreto	145
Figura 77: Muestra de peso unitario del concreto tradicional	145
Figura 78: Muestra del peso unitario del concreto con fibras de acero más aditivo superplastificante	145
Figura 79: Molde para el ensayo del peso unitario.....	145
Figura 80: Ensayo del contenido de aire atrapado en el concreto	145
Figura 81: Contenido de aire en el concreto con fibras de acero más aditivo superplastificante	145
Figura 82: Contenido de aire en el concreto tradicional.....	145
Figura 83: Elaboración de probetas	145
Figura 84: Acabado del llenado de probetas prismáticas	145
Figura 85: Chuseado de concreto en vigas	145
Figura 86: Llenado de concreto en probetas.....	145
Figura 87: Probetas cilíndricas con concreto tradicional.....	145

Figura 88: Probetas cilíndricas de concreto con fibras de acero más aditivo superplastificante	145
Figura 89: Probetas prismáticas de concreto con fibras de acero más aditivo superplastificante	145
Figura 90: Probetas prismáticas con concreto tradicional	145
Figura 91: Desencofrado de probetas para someterlas al curado final	145
Figura 92: Desencofrado y colocación de marca en probetas	145
Figura 93: Curado de probetas cilíndricas y prismáticas	145
Figura 94: Probetas cilíndricas de concreto en tiempo de curado	145
Figura 95: Toma de medidas de las probetas para ensayarlas a compresión	145
Figura 96: Máquina de compresión y flexión	145
Figura 97: Tomando medidas a las dimensiones de la probetas cilíndricas	145
Figura 98: Verificación del ensayo de compresión	145
Figura 99: Ensayo a la compresión del concreto	145
Figura 100: Verificación del ensayo de flexión	145
Figura 101: Ensayo a la flexión del concreto	145
Figura 102: Toma de medidas en probetas cilíndricas, después de la resistencia a la compresión	145
Figura 103: Vista de probetas cilíndricas después del ensayo a la compresión	145
Figura 104: Rotura de probetas de concreto tradicional	145
Figura 105: Rotura de probetas de concreto con fibras de acero más superplastificante ..	145
Figura 106: Toma de medidas en probetas prismáticas, después del ensayo a la flexión .	145
Figura 107: Corte central con de concreto tradicional	145
Figura 108: Corte central con de concreto con fibras de acero más superplastificante....	145
Figura 109: Resultado de probetas ensayas a flexión a los 28 días	145
Figura 110: Probetas ensayas a flexión a los 14 días	145

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Fórmula para el cálculo del tamaño de muestra	40
Ecuación 2: Fórmula para el cálculo del módulo de elasticidad	69
Ecuación 3: Fórmula para el cálculo del módulo de elasticidad	69
Ecuación 4: Fórmula para el cálculo del módulo elasticidad más usado	70
Ecuación 5: Fórmula para el cálculo del módulo de finura.	71
Ecuación 6: Fórmula para el cálculo del % de humedad.	77
Ecuación 7: Fórmula para el cálculo del agregado grueso kg/m ³	81
Ecuación 8: Fórmulas para el cálculo del agregado fino kg/m ³	82
Ecuación 9: Fórmula para el cálculo del peso unitario del concreto	90
Ecuación 10: Fórmulas para el cálculo de resistencia a la compresión	92
Ecuación 11: Fórmula para el cálculo del módulo de rotura 1	94
Ecuación 12: Fórmula para el cálculo del módulo de rotura 2	95
Ecuación 13: Fórmula para el cálculo del módulo elasticidad más usado	98

RESUMEN

Los efectos sísmicos y naturales generan desastres en las distintas construcciones, el acontecimiento del último fenómeno del niño, las viviendas afectadas con el huaico fueron destruidas la mayor parte, su soporte estructural y método constructivo fue débil para el soporte ante lo sucedido; es por eso que esto es un problema, lo cual conlleva a la búsqueda y empleo de utilización de nuevos materiales en la construcción civil y estructuras, así como el uso de fibras de acero y aditivo superplastificante en el concreto para mejorar sus propiedades mecánicas. Este trabajo tiene la finalidad de determinar el análisis comparativo entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, para la construcción de viviendas en Trujillo -2021.

Para el desarrollo de la tesis, se elaboró el diseño de mezcla del concreto, siguiendo los parámetros del método ACI 211. Se realizó el ensayo de resistencia a compresión a las edades de 7, 14 y 28 días y el ensayo a flexión a edades de 14 y 28 días de curado. De los resultados obtenidos, se determinó que la resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, Siendo éste último 6.26% mayor al concreto tradicional, con una resistencia promedio de 364.75 kg/cm², además la resistencia a la flexión es 6.22% mayor al concreto tradicional, con una resistencia promedio de 51.20kg/cm² a los 28 días de curado, finalmente se obtuvo el módulo de elasticidad de acuerdo a la compresión, siendo 2.90% mayor al concreto tradicional, con un módulo de elasticidad de 285953.9008 kg/cm².

La importancia de este trabajo de investigación radica en el impacto del campo constructivo de la ingeniería civil que da solución ante los efectos de un sismo que daña las estructuras de las viviendas. Antecedentes sobre trabajos semejantes al tema, dan factibilidad de utilizar fibras de acero como refuerzo alternativo en elementos estructurales de concreto para mejorar su comportamiento ante el esfuerzo a flexión, compresión, así mismo usar el aditivo superplastificante para mejorar la trabajabilidad del concreto con fibras de acero.

Palabras clave: Esfuerzo a la compresión, esfuerzo a la flexión, fibras de acero y aditivo superplastificante.

SUMMARY

The seismic and natural effects generate disasters in the different constructions, the event of the last phenomenon of the child, the houses affected with the huaico were destroyed for the most part, their structural support and construction method was weak to support what happened; That is why this is a problem, which leads to the search and use of new materials in civil construction and structures, as well as the use of steel fibers and superplasticizer additive in concrete to improve its mechanical properties. The purpose of this work is to determine the comparative analysis between traditional concrete and a concrete with a superplasticizer additive in 0.80% plus steel fibers in 30 kg / m³, for the construction of houses in Trujillo -2021.

For the development of the thesis, the concrete mix design was developed, following the parameters of the ACI 211 method. The compressive strength test was carried out at the ages of 7, 14 and 28 days and the flexural test at ages of 7, 14 and 28 days. 14 and 28 days of curing. From the results obtained, it was determined that the compressive strength between traditional concrete and a concrete with a superplasticizer additive in 0.80% more steel fibers in 30 kg / m³, the latter being 6.26% higher than traditional concrete, with an average resistance of 364.75 kg / cm², in addition the flexural strength is 6.22% higher than traditional concrete, with an average resistance of 51.20kg / cm² at 28 days of curing, finally the elasticity modulus was obtained according to compression, being 2.90% higher than traditional concrete, with a modulus of elasticity of 285953.9008 kg / cm².

The importance of this research work lies in the impact of the construction field of civil engineering that provides a solution to the effects of an earthquake that damages housing structures. Background on works similar to the subject, give the feasibility of using steel fibers as alternative reinforcement in concrete structural elements to improve their behavior in the face of flexural stress, compression, as well as using the superplasticizer additive to improve the workability of concrete with steel fibers.

Keywords: Compressive stress, bending stress, steel fibers, and superplasticizer additive.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En La Libertad fueron afectadas ocho provincias, que son: Trujillo, Ascope, Chepén, Gran Chimú, Julcán, Otuzco, Pacasmayo y Virú. Además, se registraron daños a la infraestructura pública y propiedad privada en 63 distritos de las citadas provincias. Se activaron un total de 42 quebradas, algo que nunca había ocurrido en la historia de la región y Trujillo soportó el paso de siete huaicos que pasaron por diversas calles y avenidas de la ciudad y los distritos El Porvenir y Víctor Larco e iniciaron en la quebrada San Idelfonso. Según reciente reporte del Centro de Operaciones de Emergencia Regional (Coer) con información recibida a través de reporte EDAN recibidos –faltando aún algunas municipalidades-, los afectados son 47,895 familias y 232,342 personas; el número de familias damnificadas que lo perdieron todo son 8,771 lo que incluye a 37,312 personas. También se registraron 5,993 viviendas colapsadas 2,268 inhabitables y 63,927 afectadas. Tu. Región (2017, 11 de mayo). La Libertad fue la región más afectada por El Niño Costero (literalmente). (VALDEZ, L. 2017).

El concreto reforzado con fibras de acero (CRFA) es un material con gran potencial de uso en viviendas de concreto de baja altura, ya que la capacidad de resistencia de los muros está controlada por la resistencia a tensión diagonal. En la industrialización de la vivienda de uno y dos pisos, tanto para vivienda comercial como de interés social, los sistemas constructivos basados en muros monolíticos de concreto constituyen una solución adecuada ante eventos sísmicos, además de ofrecer rapidez de construcción, economía y sostenibilidad (Carrillo, Barrera y Acosta, 2013).

Un aditivo superplastificante se caracteriza por su superior capacidad reductora de agua, también por qué en su síntesis pueden modificarse secuencias que permiten modulares propiedades como el mantenimiento de consistencia (persistencia del efecto dispersante), la evolución de resistencia inicial y, lo más importante, adaptar la compatibilidad del aditivo a cada cemento en particular (Sánchez, 2017).

1.1.1. Antecedentes de concreto con fibras de acero

En Colombia, Las fibras de acero incrementa moderadamente la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad del concreto. Para la adición de fibras de 30 kg/m³, el aporte de las fibras fue más notorio que para la de 15 kg/m³, presentando incrementos del 26% en resistencia a la compresión y de 22% en el módulo de elasticidad con respecto a la mezcla de concreto convencional. De acuerdo con la evidencia experimental las fibras confinan el concreto desde la parte central del nodo, controlando el agrietamiento y reduciendo potenciales fallas frágiles. Este comportamiento es deseable en estructuras sismo resistentes. El comportamiento de las vigas en el rango elástico es igual para todas las mezclas, ya que las fibras empiezan a actuar una vez empiezan a aparecer las fisuras y cuando se alcanza el rango inelástico. (Ruiz, Ramírez, Logreira y León, 2015).

Otro estudio realizado en **Colombia** se enfocó en el uso del concreto reforzado con fibras de acero (CRFA) es muy limitado, debido a que en el país no existe suficiente evidencia experimental y requisitos reglamentarios al respecto. Se presentan los resultados de una investigación experimental y analítica sobre el comportamiento del CRFA elaborado con fibras ZP306, sometidas a esfuerzos de compresión. A partir de un análisis de regresión de los datos medidos, se proponen ecuaciones para estimar las principales propiedades mecánicas del CRFA, tales como resistencia a compresión, módulo de elasticidad y relación de Poisson. Las fibras de acero le generan un efecto de confinamiento al concreto, ya que, al incrementar el contenido de fibras, disminuyó la relación de Poisson. Por tanto, en estudios experimentales futuros se debe incluir la medición de la curva completa esfuerzo-deformación del CRFA sometido a esfuerzos de compresión, para así plantear una ecuación que se ajuste a las tendencias de los materiales de construcción del país. (Gallo, González y Carrillo, 2013).

En Ecuador, el análisis de los resultados obtenidos al comparar el comportamiento mecánico del hormigón simple con el hormigón reforzado con fibras, denotó por un lado que al romper los cilindros de hormigón

fibroreforzado en el ensayo a compresión, las probetas demostraron la capacidad de presentar una falla mucho más dúctil y no explosiva, verificando la idea que los filamentos de acero incorporado cosen la matriz en zonas de fisura generadas y mantienen a la muestra como un solo elemento durante un mayor tiempo, produciendo que sea más complicado su destrucción; aspecto de seguridad adquirida que cobraría relevancia frente a probables desastres dentro de una construcción. Finalmente, los autores recomiendan para obtener mejores resultados de asentamiento y mejorar la consistencia de hormigones reforzados con cantidades superiores a 1.20% de fibra de acero, se plantea aumentar pasta de cemento la que ayudará a que la mezcla presente mayor fluidez. (Silva, 2014).

En España, se destaca en los ensayos a flexo tracción, es la diferencia de resistencia entre el hormigón con solo nano adiciones ante los hormigones con nano adiciones y fibras de acero (20 kg/m³ y 40 kg/m³ respectivamente); se pudo observar un incremento progresivo de la resistencia a medida que se aumentaba la cuantía de las fibras de acero en las amasadas, alcanzando de esta forma una diferencia de resistencia entre la primera (control) y última amasada (40kg/m³), un valor de 20% entre ambas. Con respecto al módulo de elasticidad, sufre pequeños incrementos cuando se añade fibras de acero a la matriz del hormigón debido a su alto módulo de elasticidad. Finalmente, el autor de dicha investigación recomienda adicionar las fibras de acero en el concreto y obtener la cantidad óptima, además de conocer el comportamiento durable mediante ensayos que no se realizaron en este estudio, tales como ataque por sulfatos o resistencia al ataque hielo y deshielo. (Chacón, 2014).

En lima, La presente investigación surgió del interés de determinar el comportamiento del concreto reforzado con fibra de acero en su trabajabilidad, resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión. Las inclusiones de fibra de acero que se usaron fueron de 60 Kg/m³, 75 Kg/m³, 90 Kg/m³ y 105 Kg/m³. Se diseñó un concreto con resistencia de 210 Kg/cm² según las normas técnicas peruana y sus equivalentes en la norma ASTM, incluyendo el método ACI 211. También se consideró para el diseño de

concreto aditivo plastificante HE-98 para una mejor trabajabilidad de este. Los resultados para los ensayos de compresión se obtuvieron para los 7, 14 y 28 días de curado arrojando una máxima compresión para un concreto con 90 kg/m³ de 265 Kg/cm², 267.72 Kg/cm² y 288.55 Kg/cm² respectivamente. Para los ensayos en flexión se obtuvo un módulo de rotura máximo de 79.39 Kg/cm², además se realizó ensayos de asentamiento teniendo como resultado un concreto consistente. (Ñaupas y Sosa, 2019).

Otro estudio realizado en **Lima** se enfocó en el Método de diseño británico a través del Método “Yield Line Theory”, el cual determina la carga de colapso y la compara con la resistencia última de la losa. Se calculan los momentos positivos y negativos generados por las cargas aplicadas y la capacidad para momentos y punzonado según las características de la losa fibroreforzada. Para este tipo de fibra, la dosificación y las características físicas son los principales parámetros para determinar el aumento a la resistencia a la flexión, como evidencian los resultados. Para dosificaciones de 20 y 25 kg/m³, se concluye que la fibra Wirand FF4 posee mejor capacidad a la flexión debido al mayor puente de transferencia de esfuerzo por su longitud mayor y esbeltez respecto a la FF3, lo que evita que el concreto se separe una vez ocurra la primera falla y elimina la propagación de las fisuras. Además, para futuras investigaciones se recomienda evaluar dosificaciones de 10, 15, 30,35 y 40 kg/m³ para evaluar el comportamiento a la flexión de dichos concretos, con esto se puede generar una curva de comportamiento más exacta, ya que, según el tipo de fibra, pueden existir variaciones en los resultados. (Sotil y Zegarra, 2015)

En Trujillo, De los resultados obtenidos, se determinó que el concreto convencional se obtuvo para una edad de curado de 7 días; una resistencia a la compresión promedio de 171.40 kg/cm² para el concreto patrón, una resistencia promedio de 181.00 kg/cm² para el concreto con adición de 20 kg/m³ de fibra de acero; y una resistencia promedio de 184.10 kg/cm² para el concreto con adición de 40 kg/m³ de fibra de acero. Para una edad de curado de 14 días; una resistencia a la compresión promedio de 198.20

kg/cm² para el concreto patrón, una resistencia promedio de 210.70 kg/cm² para el concreto con adición de 20 kg/m³ de fibra de acero; y una resistencia promedio de 211.60 kg/cm² para el concreto con adición de 40 kg/m³ de fibra de acero. Para una edad de curado de 28 días; una resistencia a la compresión promedio de 220.40 kg/cm² para el concreto patrón, una resistencia promedio de 230.60 kg/cm² para el concreto con adición de 20 kg/m³ de fibra de acero; y una resistencia promedio de 238.90 kg/cm² para el concreto con adición de 40 kg/m³ de fibra de acero. Obteniendo así una confianza mayor al 95%. Se concluye que se logró un incremento de la resistencia a la compresión del concreto que asciende en 4.63% (C.P + 20kg/m³) y 8.39% (C.P + 40 kg/m³). Se recomienda su aplicación para losas industriales y elementos estructurales y uso en general donde se requieran una resistencia óptima y garantizada. (Castañeda, 2018).

En Apurímac, En cuanto a resistencia a compresión: el concreto patrón en los 28 días alcanza a 341,89 kg/cm², la resistencia del concreto con refuerzo de la fibra de acero en 4% fue de 377,41 kg/cm² lo que nos indica que la resistencia se incrementó en un 10.68% respecto al concreto inicial (concreto patrón) y la resistencia del concreto con refuerzo de la fibra de acero en 6% fue de 382.32 kg/cm² se acrecentó en un 12.12% respecto al concreto inicial (concreto patrón), mientras que la resistencia reforzada con fibra de vidrio en 4% alcanzó a los 258,14 kg/cm² lo que indica que la resistencia disminuyó en un -24.30% con relación al concreto inicial (concreto patrón) y la resistencia del concreto reforzada con fibra de vidrio en 6% es 295.75 kg/cm² lo que indica que la resistencia disminuyó en 13.27% respecto al concreto patrón. Finalmente, Se recomienda ampliar la investigación no solo a resistencia a compresión sino también a la resistencia a flexión (Flores y Ostos, 2019).

1.1.2. Antecedentes de concreto con superplastificantes

En Huancayo, En cuanto a resistencia a compresión: La incorporación del aditivo superplastificante en las mezclas de concreto ocasionó un incremento de la resistencia a la compresión para dosis debajo e igual a 1100 ml. Sin embargo, para dosis superiores a 1100 ml, la resistencia a la compresión del concreto experimenta un decrecimiento. No obstante, este valor se encuentra mayormente por encima de la resistencia a la compresión de la mezcla patrón. La resistencia a la compresión alcanza sus valores máximos con dosis de 1100 ml de aditivo superplastificante, para cualquier edad y resistencia con su respectiva relación a/c. Resistencia a la compresión a los 28 días se alcanzó de 282.23 kg/cm² con a/c=0.56, adicionando 1100ml del aditivo superplastificante Rheobuild 1000 (Sánchez, 2017).

En Lambayeque, el uso de aditivo plastificante es relevante porque conlleva a mejorar la trabajabilidad, resistencia a la compresión y el asentamiento. El concreto elaborado con agregado perfilado obtuvo mejor resistencia a la compresión a los 28 días de curado añadiendo un 0.70% de aditivo sikament TM-140, no obstante, el concreto con agregado liso, cumple un papel muy importante, ya que, al no tener las mismas características del agregado perfilado, logra llegar a resistencias altas, aunque no al 100% como con el agregado perfilado, lo que un concreto convencional no logra hacer (Pajares y Zamora, 2019).

En Chiclayo, se evaluaron las proporciones de los aditivos Chemament – 400 y Sikament TM – 140 al 0.5%, 0.75% y 1%, se determinó las cantidades con respecto al peso del cemento, la cual dio como resultado que para el 0.5% tenemos una cantidad de 3 lt /m³, y para 1% una cantidad de 6 lt/m³. En cuanto a los resultados Se evaluó la eficiencia de los aditivos Chemament-400 y Sikament-TM-140 a través de las propiedades mecánicas del concreto (resistencia, peso unitario, temperatura y trabajabilidad) obteniendo mayor trabajabilidad a medida que se va incrementando aditivo, también se tiene un aumento en peso y temperatura, finalmente en cuanto a la resistencia tenemos que al 0.75% se tiene mayor resistencia (Vera, 2019).

En Lima, se realizaron ensayos variando la cantidad de aditivo Sikament en las siguientes proporciones (0,5 %, 1,0 %, 1,5 %) con respecto al peso del cemento, se incorporó mediante el amasado de la mezcla. En todos los diseños se mantuvo constante la cantidad de Cemento. En el ensayo de resistencia a la compresión se observó en el aditivo Sikament que la dosis que obtuvo mayor resistencia a los 28 días fue la dosis de 1,5 % que alcanzando una resistencia de 279 kg /cm². Además, se observó en el aditivo Viscoflow que la dosis que obtuvo mayor resistencia a los 28 días fue la dosis de 1,5 % que alcanzando una resistencia de 427 kg /cm², siendo este el diseño que alcanza la mayor resistencia. En el diseño que hubo mayor reducción de agua, fue el diseño que alcanzó la mayor resistencia a los 28 días (Huarcaya, 2014).

En Ecuador, Para obtener el concreto de alta resistencia se empleó el aditivo superplastificante ADITEC SF106, en las proporciones indicadas según los fabricantes y a los ensayos realizados; obteniendo de esta manera una resistencia a la compresión a los 28 días de 54,79 MPa. Se determinó las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia, siendo su módulo de elasticidad, el mismo que depende de la resistencia a la compresión del hormigón. Se obtuvo un asentamiento del concreto de alta resistencia de 22cm, el mismo que indica mayor trabajabilidad y fluidez del hormigón (Salazar, 2014).

1.1.3. Antecedentes Generales.

1.1.3.1. Antecedentes Nacionales.

(SOTIL Y ZEGARRA, 2015), en la investigación titulada “Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido”. Tienen como objetivo realizar el ensayo de compresión para verificar el diseño de la mezcla con el cual se desarrollarán los ensayos para el concreto a 7, 14 y 28 días. Se ensayaron 27 probetas cilíndricas con dimensiones de 6” y 12”, preparadas según las normas ASTM C-192 y NTP 339.033. Los

ensayos fueron realizados para las edades de 7, 14 y 28 días. Como se evidencia, se cumple la hipótesis que el concreto fibroreforzado se comporta mejor mecánicamente frente al concreto sin refuerzo. La adición de fibras al concreto genera que la resistencia inicial a la compresión aumente considerablemente, en un 30% aproximadamente. Sin embargo, esta se va estabilizando hasta llegar a una resistencia del 15% para la fibra Wirand FF3 (20kg/m³), y 5% para la fibra Wirand FF4 (25kg/m³), a 28 días. Según los resultados a compresión de las probetas ensayadas a 28 días con fibra FF3(20kg/m³), y FF4 (20kg/m³), demuestran una variación del 15% y 5%, respectivamente. Cabe resaltar una variación inicial de 30% y 19% para 7 y 14 días respectivamente, denotan la propiedad de aumento de resistencia inicial a la compresión, la cual se va estabilizando conforme pasan los días. Finalmente, recomiendan para futuras investigaciones evaluar dosificaciones de 10, 15, 30,35 y 40 kilos para evaluar el comportamiento a la flexión de dichos concretos.

Éste estudio nos beneficia porque nos muestra resultados de la resistencia a la compresión entre el concreto convencional y otro reforzado con fibras de acero, así como también, se tomó en cuenta la recomendación de usar 30kg/m³ de fibras de acero y evaluar el comportamiento a flexión en el concreto, además nos ayudará como guía en las bases teóricas.

(CASTAÑEDA, 2018), en su investigación titulada “Influencia de la adición de fibra de acero y plastificante en la resistencia a la compresión del concreto convencional, Trujillo – 2018”. La investigación realizada se centra en el análisis de la influencia de la fibra de acero y aditivo plastificante en la resistencia a la compresión de un concreto convencional. Las dosificaciones de la fibra de acero que se trabajó fueron dos, de 20 kg/m³ y 40 kg/m³. Para el desarrollo de este trabajo, se elaboró un diseño de mezcla considerando los criterios de diseño para una resistencia a esfuerzo de compresión de 210 kg/cm², siguiendo la metodología del método ACI 211. Seguidamente se llevó a cabo el ensayo de resistencia a la compresión, pudiendo así, evaluar y comparar el comportamiento de las

distintas dosificaciones de fibra de acero reflejado en esta investigación. De los resultados obtenidos, se determinó que el concreto convencional se obtuvo para una edad de curado de 7 días; una resistencia a la compresión promedio de 171.40 kg/cm² para el concreto patrón, una resistencia promedio de 181.00 kg/cm² para el concreto con adición de 20 kg/m³ de fibra de acero; y una resistencia promedio de 184.10 kg/cm² para el concreto con adición de 40 kg/m³ de fibra de acero. Para una edad de curado de 14 días; una resistencia a la compresión promedio de 198.20 kg/cm² para el concreto patrón, una resistencia promedio de 210.70 kg/cm² para el concreto con adición de 20 kg/m³ de fibra de acero; y una resistencia promedio de 211.60 kg/cm² para el concreto con adición de 40 kg/m³ de fibra de acero. Para una edad de curado de 28 días; una resistencia a la compresión promedio de 220.40 kg/cm² para el concreto patrón, una resistencia promedio de 230.60 kg/cm² para el concreto con adición de 20 kg/m³ de fibra de acero; y una resistencia promedio de 238.90 kg/cm² para el concreto con adición de 40 kg/m³ de fibra de acero. Obteniendo así una confianza mayor al 95%. Se concluye que se logró un incremento de la resistencia a la compresión del concreto que asciende en 4.63% (C.P + 20kg/m³) y 8.39% (C.P + 40 kg/m³), consecuentemente expresó una comprobada recomendación para el incremento de la resistencia a la compresión y evitar un concreto con deficiencias en su resistencia. Se recomienda su aplicación para losas industriales y elementos estructurales y uso en general donde se requiera una resistencia óptima y garantizada.

Éste estudio nos beneficia porque el porcentaje de fibras de acero para nuestra investigación es de 30kg/m³ y está entre estos valores estudiados de (20 kg/m³ y 40 kg/m³), además esta investigación se aplicará a la construcción de viviendas en Trujillo, empleándose en elementos estructurales, ya que es una recomendación según el antecedente, por lo que, nos servirá como guía en las bases teóricas.

(PALOMINO, 2017), en su investigación titulada “Estudio Comparativo en la Autoconstrucción de Edificaciones Utilizando Concreto Autocompactante con la Incorporación de Aditivo Superplastificante Frente

al Concreto Convencional Realizados en la Ciudad de Abancay”. Tuvo como objetivo diseñar y producir un concreto autocompactante para mejorar sustancialmente la trabajabilidad en el vaciado del concreto realizados en la ciudad de Abancay. En cuanto al diseño de concreto autocompactante se utilizó un aditivo superplastificante tipo G que es un aditivo polifuncional que trabaja como plastificante y superplastificante según la dosificación empleada. En nuestra investigación se utilizó como superplastificante Sikament 290N a 0.85%, 1.125% y 1.4% del peso del cemento; donde encontramos una mejor trabajabilidad. Para fines de costos y beneficio realizamos la comparación entre el concreto convencional tipo B y el concreto autocompactante tipo 2 con 1.125% de aditivo, donde el concreto autocompactante resulta mayor en costos siendo la diferencia.

Éste estudio nos ayudará a determinar que el aditivo superplastificante mejora la trabajabilidad del concreto.

(ORTEGA, 2020), en su investigación titulada “Influencia del aditivo superplastificante y fibra sintética en el diseño de Shotcrete, aplicado como elemento de sostenimiento del macizo rocoso en la Mina Uchucchacua, Lima - 2019”. Tuvo como finalidad evaluar la influencia del aditivo superplastificante y fibra sintética en el diseño de shotcrete, aplicado como elemento de sostenimiento del macizo rocoso en la mina Uchucchacua. La metodología consistió en realizar un diseño patrón de shotcrete vía húmeda sin fibra, luego diseños en el que se adiciona el aditivo superplastificante para darle la trabajabilidad y adicionalmente la fibra sintética en diferentes pesos, se realizaron diseños con 2.0 Kg, 4.0 Kg, 6.0 Kg y un óptimo de 3.0 Kg de fibra sintética por metro cúbico de concreto. Se determinó la influencia de las fibras en el shotcrete en la trabajabilidad (ASTM C143), en la resistencia a compresión obtenida mediante 54 ensayos de probetas cilíndricas y 54 testigos extraídos con diamantina de paneles trapezoidales de shotcrete (ASTM C42), y en la absorción de energía de 6 paneles cuadrados según la norma europea (EN 14488). Finalmente, con los resultados obtenidos se demostró que es factible el uso del aditivo superplastificante PLASTOL 20+y fibra sintética, ya que estos en el diseño

de shotcrete tienen un buen comportamiento en la resistencia a la compresión, buen mantenimiento del asentamiento y mejoras en la capacidad de absorción de energía.

Este estudio nos ayudará a determinar que el aditivo superplastificante mejora la resistencia a la compresión y asentamiento en el concreto.

(HUARCAYA, 2014), en su investigación titulada “Comportamiento del asentamiento en el concreto usando aditivo polifuncional sikament 290n y aditivo súper plastificante de alto desempeño sika viscoflow 20E”. Tiene como objetivo analizar y evaluar el comportamiento del asentamiento de concreto con aditivos (superplastificante y plastificante) en diferentes dosis de 0,5 % - 1,0 % - 1,5 % para poder obtener un concreto más trabajable, fluido durante más tiempo. Se determinó que el aditivo Sikament por ser de tipo G es un retardante y por esto se observa mayor tiempo de fraguado en todas sus dosis. En el ensayo de resistencia a la compresión se observó en el aditivo Sikament que la dosis que obtuvo mayor resistencia a los 28 días fue la dosis de 1,5 % que alcanzando una resistencia de 279 kg /cm². En el ensayo de resistencia a la compresión se observó en el aditivo Viscoflow que la dosis que obtuvo mayor resistencia a los 28 días fue la dosis de 1,5 % que alcanzando una resistencia de 427 kg /cm², siendo este el diseño que alcanza la mayor resistencia. En el diseño que hubo mayor reducción de agua, fue el diseño que alcanzó la mayor resistencia a los 28 días.

Según este estudio, el aditivo superplastificante mejora la resistencia a la compresión y asentamiento en el concreto, nos ayudará a verificar los resultados según nuestra tesis.

(SÁNCHEZ, 2017), en su investigación titulada: “Aditivo superplastificante y su influencia en la consistencia y desarrollo de resistencias de concreto para $f'c=175, 210, 245$ kg/cm². Huancayo, 2016”. Tiene como objetivo primordial, determinar la influencia del uso de aditivo superplastificante en la consistencia y desarrollo de resistencias de concreto para $f'c = 175, 210, 245$ kg/cm² -Huancayo 2016. Se determinó que la

incorporación del aditivo superplastificante en las mezclas de concreto ocasionó un incremento de la resistencia a la compresión para dosis debajo e igual a 1100 ml. Sin embargo, para dosis superiores a 1100 ml, la resistencia a la compresión del concreto experimenta un decrecimiento. No obstante, este valor se encuentra mayormente por encima de la resistencia a la compresión de la mezcla patrón. La resistencia a la compresión alcanza sus valores máximos con dosis de 1100 ml de aditivo superplastificante Rheobuild 1000, para cualquier edad y resistencia con su respectiva relación a/c. A base de las conclusiones obtenidas, se observa que la utilización del aditivo superplastificante influye en la resistencia mecánica del concreto. Se recomienda el aditivo Rheobuild 1000 de la marca BASF, pues permite el vaciado masivo en plateas de cimentación, en techo con gran espesor y en edificaciones de pisos mayores a nueve, debido a sus propiedades excepcionales en el tiempo de fragua para lograr facilidades de colocación del concreto.

Según este estudio, el aditivo superplastificante influye en la resistencia mecánica del concreto, además se recomienda usar el aditivo superplastificante en edificaciones

(PAJARES Y ZAMORA, 2019), en su investigación titulada: “Análisis comparativo de agregados liso y perfilado con aditivo sikament[®]TM-140 en el diseño de concreto alta resistencia, Lambayeque”. En esta investigación cuantitativa de diseño experimental se realizaron tres diseños de concreto patrón para el agregado perfilado, bajo un concreto $f'c=420\text{kg/cm}^2$, $f'c=450\text{kg/cm}^2$ y $f'c=500\text{ kg/cm}^2$. Añadiendo tres porcentajes de aditivo Sikament[®] TM-140 al 0.53%, 0.70% y 1.35%, los cuales se evaluaron respectivamente en los estados fresco y endurecido, siempre teniendo en cuenta las técnicas de observación y análisis de documentos, sin dejar de lado los instrumentos de recolección de datos que fueron las Normas Técnicas Peruanas. Obteniendo como resultado que el concreto elaborado con agregado perfilado, logra mejores resistencias a la compresión, flexión, tracción y módulo de elasticidad a los 28 días, añadiendo 0.70% de aditivo Sikament[®]TM-140 a comparación del concreto elaborado con agregado

liso. Concluyendo que este último agregado cumple un papel importante en el diseño de concreto de alta resistencia, pues al no tener las mismas características de la piedra perfilada, logra llegar a altas resistencias. Se recomienda que el aditivo sea un plastificante o en todo caso un aditivo superplastificante porque el aporte que brinda al concreto es la mejora en cuanto a la trabajabilidad de la mezcla, un aumento considerable de la resistencia final.

Esta investigación nos servirá porque utilizan el aditivo Sikament®TM-140, y evaluado en 0.70% aporta mejores resultados a compresión; para nuestra tesis se usará el aditivo superplastificante Sikament®TM-190, el uso como se dio en la recomendación, ya que es un derivado del anterior y se usará en 0.80% del peso del cemento a emplear, siendo un porcentaje para evaluar.

1.1.3.2. Antecedentes Internacionales.

(RUIZ, RAMÍREZ, LOGREIRA Y LEÓN, 2015), “Evaluación del comportamiento de vigas en voladizo de concreto reforzado con fibras ante la aplicación de cargas cíclicas”, tienen como finalidad evaluar el comportamiento cíclico (seudodinámico) de elementos de concreto reforzado con adición de fibras metálicas con miras a futuras aplicaciones en pórticos de concreto reforzado ante acciones sísmicas, por lo que realizaron especímenes con 3 diferentes tipos de mezclas. La primera mezcla (CC) consistía en un concreto convencional, sin ningún tipo de adición; y se elaboraron especímenes con esta mezcla con el fin de realizar comparaciones entre el material con y sin fibras metálicas. Una segunda mezcla (CF1), tenía un contenido total de 15 kg/m³ de fibras metálicas y la tercera (CF2) contaba con una adición de 30 kg/m³ de las mismas. Obtuvieron como resultado que las fibras metálicas incrementan moderadamente la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad del concreto. Para la adición de fibras de 30 kg/m³, el aporte de las fibras fue más notorio que para la de 15 kg/m³, presentando incrementos del 26% en resistencia a la compresión y de 22% en el módulo de elasticidad con

respecto a la mezcla de concreto convencional. Para las probetas elaboradas con la mezcla CF1, la resistencia a la compresión aumentó en un 11% y el módulo de elasticidad fue casi el mismo que para las probetas elaboradas con la mezcla CC.

Éste estudio hace referencia a la comparación del concreto convencional y concreto reforzado con fibras de acero, mejorando la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad del concreto, por lo que se tendrá en cuenta la proporción de 30kg/m³.

(SILVA 2014), “Comportamiento del hormigón reforzado con fibras de acero y su influencia en sus propiedades mecánicas en el cantón ambato, provincia de Tungurahua”, se propuso determinar el comportamiento del hormigón reforzado con fibras de acero y su influencia en sus propiedades mecánicas en el Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua. Por lo que se fabricaron un Hormigón Reforzado con Fibras de Acero HRFA de buena calidad acorde a lo establecido por las normas ASTM C 1116 y ACI 544 1R. Además, se realizaron las debidas dosificaciones del hormigón empleando el Método de la Densidad Máxima, para resistencias requeridas de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ con un asentamiento de 6 – 9 cm, pues hormigones de este tipo son los más utilizados en el campo de la construcción local. Concluyen que el 1,15% es el porcentaje óptimo para la resistencia a flexión, mientras que el 1,20% es el porcentaje óptimo para la resistencia a tracción, y finalmente el 0,62% es el porcentaje óptimo para la resistencia a compresión, no obstante, considerando que la compresión del hormigón reforzado con el 1,15% de fibra no se ve disminuida por su adición se recomienda emplear este porcentaje.

Éste estudio nos da a conocer el comportamiento de las fibras de acero en el hormigón, por lo que nos ayudará a verificar el comportamiento de las resistencias mecánicas del concreto.

(SALAZAR, 2015), en su investigación titulada “Obtención de concreto de alta resistencia mediante el uso de superplastificantes en la mezcla, para su aplicación en elementos estructurales hasta alcanzar una resistencia a la

compresión de 50 mpa”. Para la determinación del hormigón de alta resistencia se procedió a realizar los respectivos ensayos para establecer las características mecánicas de los agregados de la cantera de Hormigones Moreno, en base a las Normas INEN, ASTM; de igual manera establecer el diseño del hormigón para alcanzar la resistencia deseada de 50Mpa. Según el diseño del hormigón y a los ensayos realizados, se obtienen las propiedades del Concreto de Alta Resistencia siendo: módulo de elasticidad, resistencia a la compresión y por tanto se podrá establecer la relación costo-beneficio, del Concreto de Alta Resistencia vs. el Concreto Normal. Finalmente, para obtener el concreto de alta resistencia se empleó el aditivo ADITEC SF106, en las proporciones indicadas según los fabricantes y a los ensayos realizados; obteniendo de esta manera una resistencia a la compresión a los 28 días de 54,79 MPa. Se determinó las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia, siendo su módulo de elasticidad, el mismo que depende de la resistencia a la compresión del hormigón. Se obtuvo un asentamiento del concreto de alta resistencia de 22cm, el mismo que indica mayor trabajabilidad y fluidez del hormigón. En base al análisis de precio unitario realizado para el concreto normal y para el concreto de alta resistencia, se puede concluir que el concreto de alta resistencia tiene un valor mayor, ya que se incorpora el aditivo y la cantidad de cemento aumenta.

Según este estudio, el aditivo superplastificante también mejora la resistencia a la compresión y asentamiento en el concreto, nos ayudará a verificar los resultados según nuestra tesis.

(CHACON, 2014), en el proyecto titulado “Hormigones con nano adiciones y fibras de acero”, tiene como finalidad dentro del trabajo experimental en laboratorio y evaluando la influencia de las adiciones en el hormigón convencional realizar ensayos como la resistencia a la compresión, tracción indirecta o ensayo brasileño, obtención del módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson, carga de rotura por flexo tracción con el fin de determinar las características mecánicas, para ésta investigación se realizó en probetas cúbicas con unas dimensiones de (1500 x 150 x 150)mm

y probetas cilíndricas con dimensiones (diámetro 150 mm y alto 300 mm), de los resultados con probetas cilíndricas se puede observar en el caso del hormigón convencional con nano adiciones, un leve incremento de 4% de 28 a 60 días, por otra parte el hormigón con nano adiciones y con fibras (20kg/m³) no se notó un incremento significativo a diferencia del hormigón reforzado con mayor cantidad de fibras de acero (40 kg/m³), en donde se obtuvo un incremento de 9%. En general los valores de resistencia se ven modificados dependiendo de la cantidad de fibras de fibras que se les incorporen a los amasados. Las diferencias de las resistencias de hormigones con nano adiciones y fibras de acero (20 kg/m³) son de 10%, al añadir más cuantía de fibra de acero (40 kg/m³) se incrementa a un 23 % la resistencia a la compresión. general los valores de resistencia se ven modificados dependiendo de la cantidad de fibras de fibras que se les incorporen a los amasados. Las diferencias de las resistencias de hormigones con nano adiciones y fibras de acero (20 kg/m³) son de 10%, al añadir más cuantía de fibra de acero (40 kg/m³) se incrementa a un 23 % la resistencia a la compresión. Además, las fibras activan el comportamiento dúctil, sirven de puente entre ambas caras de la superficie de fractura, mejorando la capacidad de soportar cargas y aumenta la tenacidad. El módulo de elasticidad con la adición de 20kg/m³ representa un aumento de 7.4% con respecto al hormigón sin fibras, pero con la adición de 40kg/m³ representa un aumento de 9.1% con respecto al hormigón sin fibras, se deduce que a más fibras no es grande la mejora en módulo de elasticidad.

Éste estudio nos beneficia porque el porcentaje de fibras de acero para nuestra investigación se obtendrá entre estos valores de (20 kg/m³ y 40 kg/m³), además nos ayudará como guía en las bases teóricas.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema general.

¿Cómo analizar y comparar el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, para la construcción de viviendas en Trujillo -2021?

1.2.2. Problemas específicos.

¿Cómo analizar y comparar la resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, para la construcción de viviendas en Trujillo -2021?

¿Cómo analizar y comparar la resistencia a la flexión entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, para la construcción de viviendas en Trujillo -2021?

¿Cómo determinar el módulo de elasticidad según la norma E.060 (concreto Armado), entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, para la construcción de viviendas en Trujillo -2021?

1.3. Justificación del Estudio

1.3.1. Justificación técnica

Las nuevas tendencias de materiales de alto desempeño han incentivado el uso de fibras de acero para mejorar el comportamiento del concreto. en todo el mundo se han desarrollado métodos innovadores para optimizar las propiedades del concreto tales como ductilidad (Lugo, 2007).

La presente investigación responde a las necesidades inmediatas al usar nuevos materiales de construcción, para reforzar los elementos estructurales de las viviendas. La investigación tendrá una aplicación práctica al realizar los ensayos del concreto en estado fresco y endurecido de concreto tradicional

y concreto con fibras de acero más superplastificante, pues los resultados darán a conocer el uso factible en la construcción de viviendas en Trujillo al incorporar estos insumos al concreto.

1.3.2. Justificación Académica

Se decidió realizar esta investigación en la ciudad de Trujillo, por la cantidad de pérdidas en infraestructura pública y privada, refiriéndose a las construcciones de las viviendas que fueron destruidas y/o fisuradas a causa del fenómeno del niño en marzo del año 2017, así mismo también porque vivimos en esta ciudad y fuimos partícipes de este fenómeno natural. Además, porque se requiere aportar al desarrollo del distrito tanto económico como en infraestructura, pues al incorporar nuevos materiales de construcción al concreto, se mejoraría la capacidad de soportar cargas haciéndoles una estructura mucho más resistente ante fisuras y posibles efectos sísmicos.

Se conoce que la mayoría de las viviendas en Trujillo más afectadas por el niño costero, son prácticamente antiguas, pues su construcción de adobe, pues esto limita a los propietarios en estar seguros si su vivienda puede resistir ante algún paso de otro huaico. Además, existen investigaciones que son similares a la propuesta, pero no con la incorporación de los insumos planteados en el concreto en Trujillo. Conociendo ésta problemática se realiza ésta investigación con el fin de incorporar nuevos materiales de construcción al concreto, como la fibra de acero y el aditivo superplastificante para incrementar la resistencia a la compresión, flexión y módulo de elasticidad con respecto al concreto tradicional, esto conlleva a tener en cuenta en el diseño estructural y en el diseño de mezcla del concreto de 210 kg/cm² que van a ser utilizadas en columnas, vigas y losas aligeradas, para la construcción de viviendas en la ciudad de Trujillo.

Esta investigación se convertirá en un antecedente para futuros investigadores, para que tomen en cuenta las variables realizadas, así como también las cantidades de los insumos y optar por sobrepasar los rangos de la resistencia a compresión y flexión.

1.4. Limitaciones del Estudio

Para el desarrollo de este trabajo de investigación, no se cuenta con mucha información en nuestra ciudad (Trujillo) con respecto al tema, ya que los antecedentes antes expuestos son de Colombia, Ecuador, España, Lima, Apurímac, Huancayo, Lambayeque, Chiclayo. Pues estos países y ciudades son diferentes a Trujillo ya que tienen diferente tipo de clima y por ende la caracterización de los agregados son diferentes, al no tener valores muy próximos en nuestros resultados al realizar el análisis y comparación del concreto tradicional y concreto con fibras de acero solo se estimaría valores similares o sobresalientes a las investigaciones de los antecedentes expuestos.

Además, las fibras de acero SikaFiber, el aditivo superplastificante Sikament TM-190 y el cemento Pacasmayo tipo I, solo se pudo buscar en un solo lugar, ya que se vende por pedidos mayores. Se realizó el desarrollo de la investigación, con los materiales y tecnología disponibles en el laboratorio de concreto, los adecuados y necesarios para llevar a cabo la investigación.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Analizar y comparar el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, para la construcción de viviendas en Trujillo -2021.

1.5.2. Objetivos específicos

Analizar y comparar la resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, para la construcción de viviendas en Trujillo -2021

Analizar y comparar la resistencia a la flexión entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, para la construcción de viviendas en Trujillo -2021.

Determinar el módulo de elasticidad según la norma E.060 (concreto Armado), entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, para la construcción de viviendas en Trujillo -2021.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general.

El análisis comparativo entre concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, ayudará a establecer cuál es la que presenta mejores resultados para el uso en la construcción de viviendas en Trujillo -2021.

HIPOTESIS GENERAL	COMPONENTES METODOLOGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
El análisis comparativo entre concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m ³ , ayudará a establecer cuál es la que presenta mejores resultados para el uso en la construcción de viviendas en Trujillo -2021.	Variables	Unidad de análisis	de Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
	Aditivo superplastific ante Fibras de acero Esfuerzo a la compresión y flexión.	Probetas cilíndricas y prismáticas.	Mejorar La resistencia del concreto a flexión y compresión.	Trujillo – La Libertad.	Año 2021

Tabla 1: Hipótesis General

Fuente: Autores de tesis

1.6.2. Hipótesis específicas.

El análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, ayudará a establecer cuál es la que presenta mejores resultados para el uso en la construcción de viviendas en Trujillo -2021.

Según Uribe, W. 2017, en su tesis “Influencia de las fibras de acero Wirand®FF1, en las características físicas y mecánicas del concreto f’c=28 Mpa, en el distrito de Lima, 2017”, a los 28 días de curado determinó una resistencia de 369 kg/cm² en concreto tradicional y un incremento a 412 kg/cm² con fibras de acero de 35 k/m³, concluye que, con la adición de fibras de acero al momento de alcanzar su estado de dureza, este adquiere mejoras en su comportamiento estructural como la mejora en la resistencia a la compresión, mostradas en el siguiente gráfico:

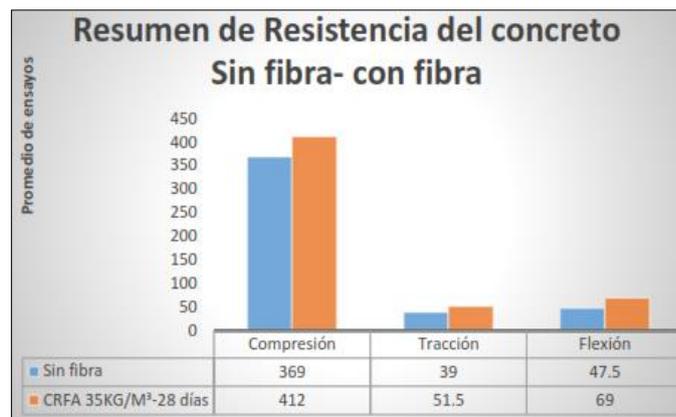


figura 1: Gráfico de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado.

Fuente: Uribe, W. 2017

El análisis comparativo de la resistencia a la flexión entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, ayudará a establecer cuál es la que presenta mejores resultados para el uso en la construcción de viviendas en Trujillo -2021.

Según (Sotil, A. y Zegarra, J. 2015), en su tesis “Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero

wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido”, la resistencia a flexión del concreto con la fibra Winrad FF4 alcanzó una resistencia de 5.57 Mpa con 25kg/m³ de fibras de acero, a los 28 días de curado, por ende a mayor dosificación significa una mayor resistencia a la flexión, sin embargo, se estima que una dosificación mayores a 25 kg/m³ aporta mejores resultados. mostradas en el siguiente gráfico:

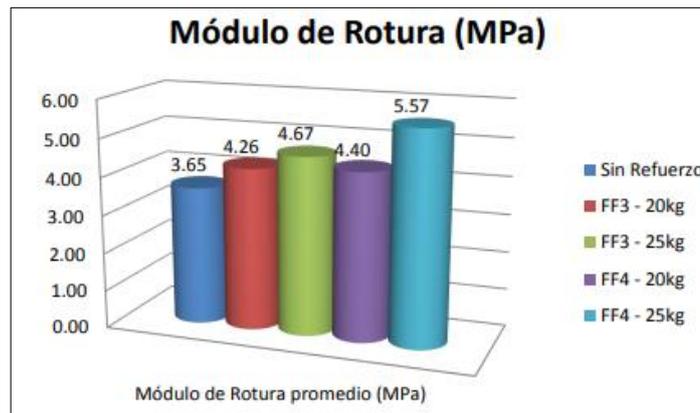


figura 2: Gráfico de resistencia a la flexión del concreto a los 28 días de curado.

Fuente: Sotil, A. y Zegarra, J. 2015

El módulo de elasticidad según la norma E.060 (concreto Armado), entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, ayudará a establecer cuál es la que presenta mejores resultados para el uso en la construcción de viviendas en Trujillo -2021.

Según Uribe, W. 2017, Concluye que aparte de mejorar la resistencia a la compresión, tracción y flexión mejora la tenacidad, ductilidad y elasticidad del concreto con fibras de acero, aumenta su módulo de elasticidad del concreto; la adición de fibra de acero mejora notoriamente las propiedades del concreto en estado endurecido.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación.

El tipo de investigación del trabajo a realizar es experimental bifactorial. El método de la investigación es experimental, ya que se realizarán ensayos en el laboratorio de concreto, en donde se elaborarán probetas prismáticas y cilíndricas de concreto tradicional, concreto con aditivo superplastificante más fibras de acero. En la investigación experimental se manipuló las variables de estudio y su efecto en el comportamiento mecánico del concreto.

Criterio	Tipo de Investigación
Finalidad	Aplicativa
Estrategia	Cuantitativa
Objetivos	Explicativa / experimental
Fuente de datos	Primaria
Diseño de prueba de la hipótesis	Experimental
Temporalidad	Transversal
Contexto donde se desarrolla	Laboratorio / gabinete
Intervención de disciplinaria	Unidisciplinaria

Tabla 2: Tipo de Investigación

Fuente: Autores de tesis

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1. Población.

La población destinada para esta investigación será el conjunto de probetas cilíndricas de concreto ensayadas a compresión según NTP 339.034 y vigas de concreto ensayadas a flexión según la NTP 339.078. La unidad de estudio serán las 12 probetas prismáticas y 24 cilíndricas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ entre concreto tradicional y concreto con fibras de acero SikaFiber más aditivo superplastificante Sikament®TM-190, para la construcción de viviendas en Trujillo - 2021”.

2.2.2. Muestra.

Para nuestro caso las muestras estarán conformadas por probetas prismáticas y cilíndricas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ entre concreto tradicional y concreto con ativo superplastificante más fibras de acero, para la construcción de viviendas en Trujillo - 2021. Se realizarán 12 probetas prismáticas y 24 probetas cilíndricas para dicha investigación experimental (confección de especímenes, desarrollo del ensayo experimental y la recopilación de datos) se utilizarán las metodologías de ensayo: NTP 339.034 "método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto" y NTP 339.078 para el análisis de la resistencia a la flexión. Las probetas cilíndricas serán ensayadas a una edad 3, 7 y 28 días, y las prismáticas a los 14 y 28 días.

Para hallar el tamaño de muestra en probetas cilíndricas para la investigación, teniendo en cuenta nuestra variable cuantitativa, se ha tomado la siguiente fórmula.

$$n = (Z^2 * \sigma^2) / E^2$$

Ecuación 1: Fórmula para el cálculo del tamaño de muestra

Fuente: Autores de tesis

Donde:

Z = Valor de la distribución normal para un nivel de confianza fijado por el investigador.

S = Desviación estándar de la variable fundamental de estudio o de interés. Está se obtiene por estudios anteriores, muestra piloto, criterio de experto o de distribución de la variable de interés.

E = Porcentaje (%) del estimador. Fijada por el investigador.

Según los datos encontrados en la tesis titulada “Influencia de la adición de fibra de acero y plastificante en la resistencia a la compresión del concreto convencional, Trujillo – 2018” (Castañeda, 2018). Éste también

utiliza esta metodología para poder determinar el número de probetas, por lo que se empleó este modelo a seguir, teniendo en cuenta sus siguientes resultados:

	236
	230
	235
	230
Resultados	229
	225
	227
	228
	233
	234
Promedio	230.60
S	3.6

Figura 3: Datos de resistencia a la compresión del concreto

Fuente: Castañeda, 2018.

Z = 95% (1.96)

E = 4%

$$n = \frac{1.96^2 * 3.6^2}{4^2}$$

n = 3.11 = 4, Número total de probetas es igual a: 4

Finalmente, para nuestra investigación se usarán las siguientes probetas:

Indicador	Mezcla	7 Días	14 Días	28 Días	Parcial
Concreto Tradicional	C1	4	4	4	12
	F1		3	3	6
Concreto con aditivo superplastificante más fibras de acero.	C2	4	4	4	12
	F2		3	3	6
TOTAL					36

Tabla 3: Cantidad de probetas a realizar

Fuente: Autores de tesis

Descripción.

C1: Probetas cilíndricas de concreto tradicional (D=10cm, H=20cm)

F1: Vigas de concreto tradicional (15.5cmx15.5cmx46.5cm)

C2: Probetas cilíndricas de concreto con superplastificante más fibras de acero.

F2: Vigas de concreto con superplastificante más fibras de acero

2.2.3. Matriz de operacionalidad de las variables

a. Variable independiente (VI)

Fibras de Acero: Las fibras de acero son elementos de corta longitud y pequeña sección que se adicionan al concreto reforzado con el fin de mejorar las propiedades mecánicas, con las características necesarias para dispersarse aleatoriamente en una mezcla de concreto en estado plástico (fresco) empleando metodologías de mezclado. Las fibras de acero cosen las fisuras del hormigón formando un "puente" entre los áridos gruesos, permitiendo una formación controlada de las fisuras, y llevando al hormigón a un comportamiento dúctil después de la fisuración inicial, evitando así la fractura frágil. (De La Cruz y Quispe, 2014).

Aditivo superplastificante: Los aditivos superplastificantes (superfluidificante, superfluidizantes) son aditivos reductores de aguas de alto rango. Estos aditivos se adicionan al concreto de revenimiento y relación agua-cemento de bajo a normal para producir un concreto fluido. Por tanto, los superplastificantes no sólo permiten que el hormigón se coloque con poca o nula compactación, sino que también de manera más notoria permiten la producción de hormigón con una disminución sustancial de la relación agua / cemento. Se utilizan superplastificantes que permiten reducir hasta un 30% o más del agua de amasado, manteniendo la resistencia requerida (Huarcaya, 2014).

b. Variables dependientes (VD)

Resistencia a la Flexión: Flexión del concreto reforzado: la inclusión de fibras de acero puede mejorar la resistencia a cortante y torsión, aunque se indica que hay pocos datos referentes a este tema al respecto. Las fibras de acero en cantidad suficiente, dependiendo de la forma geométrica de la fibra, pueden aumentar la resistencia al cortante e impedir el fallo en la tensión diagonal forzando el fallo por flexión de la viga; lo cual se traduce en la posibilidad del empleo de las fibras de acero como elementos sustitutivos de estribos en vigas u otros elementos. (Caballero, 2017).

Resistencia a la Compresión: Compresión del concreto reforzado: Se puede llegar a obtener un incremento de la resistencia a compresión entre un 0% y un 15%, con un volumen de 1.5% de fibras en la masa del concreto (Caballero, 2017).

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
Variable dependiente	Resistencia a la compresión	Es una medida de control de calidad que se establecerá a los 28 días de edad, se puede medir también la resistencia a la compresión en edades más tempranas que los 28 días, es decir a los 3 y 7 días con la finalidad de verificar el incremento de la resistencia a la compresión del hormigón (Salazar, 2016).	Las pruebas de resistencia a la compresión se emplean fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada ($f'c$) para una estructura determinada. Los resultados de las pruebas de resistencia a partir de la elaboración de cilindros se pueden utilizar para fines de control de calidad, aceptación del concreto o para estimar la resistencia del concreto en estructuras, permitiendo programar las operaciones de construcción, tales como remoción de formaletas (cimbras) o para evaluar la conveniencia de curado y protección suministrada a la estructura.	Caracterización de los agregados.	Granulometría.	Módulo de finura
	la inclusión de fibras de acero puede mejorar la resistencia a cortante y torsión, aunque se indica que hay pocos datos referentes a este tema al respecto. Las	Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no forzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 150x150 mm de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor. Los diseñadores de	Diseño de Mezcla por el método ACI	Contenido de humedad. Gravedad específica y absorción Peso Unitario	Resistencia del diseño. Dosificación del concreto. Dosificación de las fibras de acero Dosificación de aditivo plastificante	de Porcentaje % Gr/cm3-% Kg/cm3 Kg/cm2 Kg Litros

Resistencia a la flexión	<p>fibras de acero en pavimentos utilizan una teoría basada en cantidad suficiente, la resistencia a la flexión, por lo tanto, dependiendo de la puede ser requerido el diseño de la forma geométrica de la mezcla en el laboratorio, basado en los fibra, pueden aumentar ensayos de resistencia a la flexión, o la resistencia al puede ser seleccionado un contenido de cortante e impedir el material cementante, basado en una fallo en la tensión experiencia pasada para obtener el diagonal forzando el Módulo de Rotura de diseño. Se utiliza fallo por flexión de la también el Módulo de Rotura para el viga; lo cual se traduce control de campo y de aceptación de los en la posibilidad del pavimentos. Se utiliza muy poco el empleo de las fibras de ensayo a flexión para el concreto acero como elementos estructural. sustitutivos de estribos en vigas u otros elementos (Caballero, 2017).</p>	<p>Carga máxima</p> <p>Área Kg/cm²</p> <p>Curva carga/edad Cm²</p> <p>Capacidad de carga soportada</p> <p>Curva esfuerzo/deformación</p> <p> Kg/cm²/días</p> <p> Kg/cm²/m</p>
--------------------------	---	---

Tabla 4: Matriz de Operacionalización de Variables

Fuente: Autores de tesis

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.

2.3.1. Técnica de recolección de datos.

En 2006, Orellana y Sánchez, mencionan que las técnicas de recolección de datos basadas en la observación y participación, practicadas en entornos convencionales, consisten en la observación que realiza el investigador de la situación social en estudio, procurando para ello un análisis de forma directa, entera y en el momento en que dicha situación se lleva a cabo, y en donde su participación varía según el propósito y el diseño de investigación previstos.

Chávez (2008) define a la observación como una técnica de recolección de datos que permite acumular y sistematizar información sobre un hecho o fenómeno social que tiene relación con el problema que motiva la investigación. La observación tiene la ventaja de facilitar la obtención de datos lo más próximos a como éstos ocurren en la realidad. Esta técnica es fundamentalmente para recolectar datos referentes al comportamiento de un fenómeno en un “tiempo presente”; y no permite recoger información sobre los antecedentes del comportamiento observado.

Esta investigación utilizará la observación directa como técnica de recolección de datos, ya que el observador es presentado físicamente y maneja los criterios para poder registrar la característica de las probetas cilíndricas y prismáticas en distintas edades evaluadas en el estudio experimental.

2.3.2. Instrumentos de recolección de datos.

Mendoza (2014) define a los instrumentos de recolección de datos como un mecanismo que usa el investigador para recolectar y registrar la información, los instrumentos asociados a la observación sería: la guía de observación, lista de control, registro anecdótico y ficha de observación.

Márquez (2016) indica que un instrumento de recolección de datos es en principio cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para

acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. Los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información. Ejemplo Fichas, formatos de cuestionario, guías de entrevista, escalas de actitudes u opinión.

Para esta investigación se usará el instrumento de la guía de observación, para la descripción de los fenómenos actuantes en la caracterización de materiales y el análisis del comportamiento mecánico del concreto tradicional y concreto con aire incorporado más fibras de acero.

Validación: El instrumento de recolección de datos ha sido validado por el laboratorio de suelos Quality Control Express S.A.C. Ubicado en la ciudad de Trujillo, La Libertad y por la ingeniera Carla Evelin Vargas Toribio, R. CIP N°170889 encargada de validar la guía de observación del concreto que cumple con los requisitos y/o parámetros establecidos de tal manera que la información establecida esté conforme a la normativa y tenga validez en su sustento. (ver anexo 8).

2.3.3. Técnicas de análisis de datos.

Se analiza los datos estadísticos mediante el método de inferencia estadística, ya que es una técnica que permite conocer cuál será la posible conducta de una población con un determinado margen de error calculado en probabilidad; para eso se recoge información empírica de una muestra (Terrones, 2018).

En los instrumentos de análisis de datos se utilizan gráficos estadísticos y tablas de frecuencias por lo que se emplea el software de Microsoft Excel. Así como también, para el análisis de datos se recurre al software estadístico SPSS donde se aplicará la prueba de normalidad Shapiro Wilk, seguido se procede al análisis de varianza o ANOVA, luego la homogeneidad de varianza, dentro de esta se encuentra Test de Levene, finalmente se realiza la prueba de Turkey (Gongora, 2019).

La variable de respuesta para esta investigación se evaluará estadísticamente mediante la aplicación de análisis de varianza (ANOVA), para comprobar la heterogeneidad de tres muestras ordinales.

2.4. Procedimiento.

La recolección de datos se realizó de forma directa, primeramente se consiguió el agregado fino y agregado grueso para luego llevarlos laboratorio de concreto, para realizarse la caracterización de los agregados y el diseño de la muestra, a partir de dicho diseño se realizaron probetas prismáticas y cilíndricas de concreto reforzado y concreto normal para su evaluación y el análisis de sus propiedades a compresión y flexión, todos los datos serán anotados en formatos, de acuerdo con los procedimientos técnicos y normativos que se establecen para la tesis, así como las fechas de obtención y de ensayos pertinentes de las probetas realizadas.

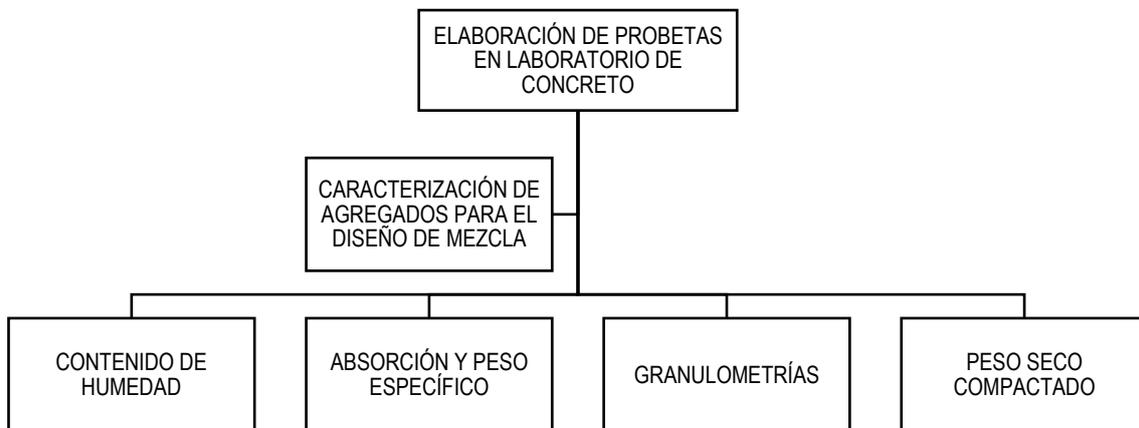


Tabla 5: Diagrama de flujo del proceso de la investigación.

Fuente: Autores de tesis

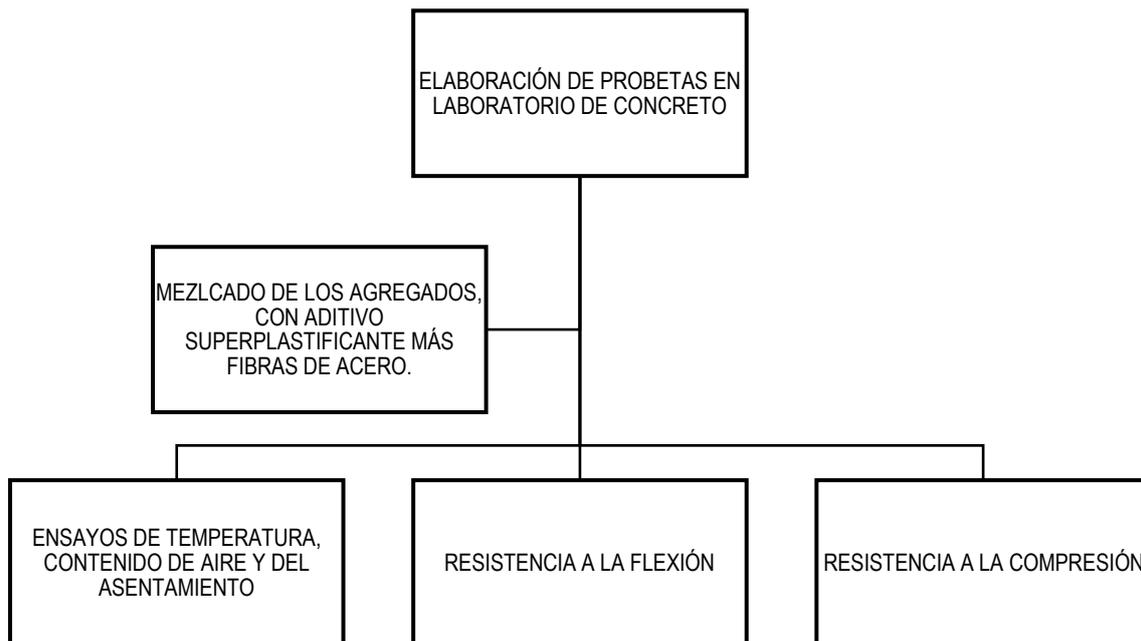


Tabla 6: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de probetas y ensayos.

Fuente: Autores de tesis

2.4.1. Procedimiento según los objetivos

a. Del objetivo específico 1

El procedimiento para seguir será el siguiente:

Del objetivo específico 1	
Analizar y comparar la resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante	1) Caracterización de los agregados 2) Diseño de mezcla 3) Elaborar los ensayos de probeta

Tabla 7: Procedimiento del Objetivo específico n°1

Fuente: Autores de tesis

b. Del objetivo específico 2

El procedimiento para seguir será el siguiente:

Del objetivo específico	
Analizar y comparar la resistencia a la flexión entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante	<ol style="list-style-type: none"> 1) Caracterización de los agregados 2) Diseño de mezcla 3) Elaborar los ensayos de probeta

Tabla 8: Procedimiento del Objetivo específico n°2

Fuente: Autores de tesis

c. Del objetivo específico 3

El procedimiento para seguir será el siguiente:

Del objetivo específico	
Determinar el módulo de elasticidad según la norma E.060 (concreto Armado), entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tomar resultados de compresión 2. Determinar el módulo de elasticidad

Tabla 9: Procedimiento del Objetivo específico n°3

Fuente: Autores de tesis

2.4.2. Marco Teórico.

a). Del objetivo específico 1 y 2.

Caracterización de los materiales

Según, Infinita Research (2020), la caracterización de los materiales está comprendida, como una medida de máxima primordialidad, inmersa en los procesos de diseño y fabricación de estructuras. Por ende, es un procedimiento, a través del cual, se ejecuta un estudio de propiedades morfológicas y funcionales de sustancias específicas, pues, su objetividad, es tener conocimiento acerca de la información de los compuestos a ser empleados en la obra. De este modo, el análisis de los materiales da fiabilidad a la caracterización de las propiedades químicas, mecánicas y físicas de las muestras, siendo necesario, para estimar el rendimiento y tiempo de vida útil, de los materiales, expuestos a las condiciones ambientales.

Los materiales para la ejecución de este trabajo de investigación son: Cemento Pacasmayo tipo 1, agregado fino y agregado grueso provenientes de la cantera quebrada el León - El milagro, agua potable, aditivo superplastificante Sikament®TM-190 y fibras de acero (SikaFiber).

Diseño de mezcla el método del ACI-211 y procedimiento del diseño.

Cano, Flores, Glez, y Vázquez. (s. f.), arguyen que, que un diseño de mezcla se basa en el cálculo de la proporcionalidad en los elementos que conforman el concreto, con el propósito, de tener resultados óptimos. Esto, apunta que, tras la existencia de diversas variables en el campo de la construcción, son particulares los tipos que pueden adecuarse al evento. Ante lo expuesto, Carrillo (2013), amerita que, dentro de los diseños de mezcla, se presenta, the Method of American Concrete Institute (Método ACI), y, este refiere a que, es un diseño de mezcla de concreto, en adición de agregados, que cumplan con los estándares adecuados, criterio que no siempre se realiza, debido a que los agregados empleados no se encuentran limpios. De acuerdo, al procedimiento del diseño del Método ACI, Cano, Flores, Glez, y Vázquez. (s. f.), sugieren nueve pasos:

- **Primer paso:** se realiza la selección del revenimiento, cuando tal, no se haya especificado en el informe ACI, incluyendo una tabla, en la cual, se haga una recomendación de diversos valores del revenimiento, dependiendo al tipo de construcción requerida. Los valores en cuestión se aplican sí y solo sí, se empleará el vibrado para la compactación del concreto; empero, de no ser así, tales valores, se incrementarán en dos y medio centímetros.
- **Segundo paso:** seleccionar el máximo tamaño del agregado, el cual debe tener la consideración de la separación del costado de la cimbra, espesor de losa, y el espacio libre entre varillas singulares o agrupadas. No obstante, es de preferencia optar por el de mayor tamaño, solo si, se emplea un trabajo de rendimiento óptimo, y el procedimiento comparativo, permite el concreto sea posicionado sin cavidades o agujeros. El agua requerida, para producir un determinado revenimiento, depende del máximo tamaño, de la forma y la granulometría de los agregados, tanto como la temperatura del concreto, la cantidad de aire, como el empleo de aditivos químicos.
- **Tercer paso:** se eleva la presentación de un informe, con tablas de contenidos, de agua recomendables, en torno del revenimiento requerido, como el máximo tamaño de los agregados, teniendo en consideración un concreto con aire y sin él.
- **Cuarto paso:** emitido el informe del ACI, este especificará una tabla con valores puestos, en correlación del agua/ cemento, en torno a la resistencia a la compresión de los 28 días requeridos. La resistencia seleccionada estimada, debe superar la resistencia especificada, con un margen superior, para lograr mantener dentro de los extremos puntuados, las pruebas con valores inferiores. En la segunda tabla, aparecerán los valores relacionados con el agua7 cemento, para las situaciones severas de exposición.
- **Quinto paso:** se considera que, el contenido del cemento debe ser calculado con la cantidad del agua (contemplados en el tercer y cuarto paso), pues, cuando se necesite un mínimo contenido de cemento o los criterios requeridos de durabilidad lo especifiquen, la mezcla, debe basarse en un criterio que le conduzca una cantidad de cemento superior.

- **Sexto paso:** en este, se manipula una tabla con el volumen del agregado grueso, por el volumen unitario del concreto; pues, los valores, giran en torno al máximo tamaño nominal de la grava y del módulo de la finura de la arena. Es de considerar que, el volumen del agregado se evidencia en metros cúbicos con base en el varillado en seco para un metro cúbico de concreto, donde el volumen se convierte a peso seco, del agregado grueso, requerido para un metro cúbico en concreto, en multiplicación por el peso del volumen del varillado en seco.
- **Séptimo paso:** hasta la consideración del paso considerado anteriormente, se tiene estimados los elementos del concreto, a excepción del agregado fino, cual cantidad se calculará por diferencia. Por ende, en este paso, es dable la empleabilidad de cualquiera de los procedimientos a considerar; sea por peso o por absoluto volumen.
- **Octavo paso:** a continuación, se ajusta la mezcla por humedad de los agregados. El agua que se adiciona a la mezcla debe disminuirse en cantidad, igual a la humedad libre contribuida por el agregado; propiamente dicho, total humedad, menos absorción.
- **Noveno paso:** finalmente, este se refiere, a los ajustes aplicados a la mezcla de pruebas, en la cual, debe verificarse el peso volumétrico del concreto, contenido de aire, trabajo eficiente, por medio del revenimiento a la falta del brote y sangrado, como las propiedades de acabado. Para las correcciones, por diferencia dentro del revenimiento, en el contenido de aire o en el peso unitario del concreto del informe ACI 211.1-9, proporciona una serie de recomendaciones que adecuan la mezcla de ensayo, hasta cumplir las propiedades específicas en el concreto.

Elaboración de los ensayos de las probetas

Medina (2011), añade que, el concreto comprende a uno de los materiales, más empleados dentro de la construcción; sin embargo, la falta de supervisión en la calidad del proceso genera pérdidas económicas, tiempo y hasta vidas. Entonces, un llamado al apartado del control de la calidad recae sobre la medición de la resistencia a la compresión sobre el material, para validar su correcto cumplimiento a los planos estructurales. Por ende,

para llevar a cabo tal proceso, se recurre al ensayo de probetas, conocido como ensayo de compresión o rotura de probetas. Para la fabricación de estas, se construyen probetas cilíndricas (15 cm x 30 cm), partiendo de muestras obtenidas del concreto de la obra a ejecutar; por consiguiente, se mantienen en almacén por 28 días, para que luego se lleven a un laboratorio de estructuras, para aplicar los ensayos necesarios.

Concreto tradicional

Sánchez (citado por, Huayta, 2019), considera que, el concreto tradicional, es conocido por, estar compuesto por agua, cemento, agregado fino y grueso, dependiendo su propósito de construcción, este puede tener la inmersión de aditivos, con el propósito de prolongar o retrasar su resistencia, y/o tornar eficiente su trabajabilidad, Sugiere el autor, que, establecido un lapso de fragua y endurecimiento, tiene la capacidad de resistir elevadas fuerzas a la compresión, siendo su componente primario el cemento Portland hidráulico, y, con basamento en prácticas actuales, abarca las adiciones cementales, donde, estas pueden venir incluidas en el cemento (cemento adicionado), o bien, pueden adicionarse directo como un componente. Este, es un concreto producto, del parámetro de una sustentable producción

Concreto con fibra de acero

Sarta y Silva (2017), enmarcan que, el concreto con aditivo con fibra de acero, es aquel, donde las fibras de acero son capaces de tener control sobre las fisuras que puedan generar los movimientos sísmicos, además de volver mejor la tenacidad el concreto. Es de considerar que, este concepto ha mejorado su perspectiva de uso en la construcción, pasando de ser un material, hasta ser una alternativa empleada para mejorar, el concreto tradicional, como el reforzado con mallas electrosoldada o barras. Es notorio que, la reacción de la tensión generada por el concreto tradicional, es deficiente, y, este aditivo, puede mejorar con la adición de fibras de acero.

Concreto con aditivo superplastificante

Aditivo superplastificante, convienen como aditivos para el hormigón, con la capacidad de poder mejorar las propiedades de este. En consecuencia, su empleo confiere al hormigón fresco, una óptima reacción, cuando se habla de bombeabilidad y trabajabilidad, empero, del mismo modo, con su empleo, busca la mejora significativa sobre la resistencia y la duración del producto final. Por otro lado, según los estatutos de la Norma UNE 934-2, este, es considerado como un aditivo reductor de agua de alta actividad o superplastificante, el cual se convierte en un aditivo, que, sin alterar su consistencia, tiene la capacidad de disminuir potencialmente el contenido del agua, en un hormigón, o que, sin manipular la cantidad del agua, eleva el asiento de los efectos a la par. Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE) y Fernández (2013).

Los aditivos superplastificantes aumentan la manejabilidad del concreto, evitando la necesidad de incrementar la cantidad de agua requerida. Se usan generalmente en concretos que requieren un asentamiento elevado o en aquellos de alta resistencia que implican en ambos casos, contenidos elevados de pasta. Los aditivos superplastificantes aumentan la manejabilidad del concreto, evitando la necesidad de incrementar la cantidad de agua requerida

Modo de empleo: Generalmente en la construcción no es conveniente trabajar con mezclas poco fluidas o que no fluyan, por tal razón se opta por incrementar la fluidez reduciendo el contacto entre partículas. Para esto se puede disminuir la magnitud de fuerzas de atracción entre las partículas del sistema usando plastificantes, que cuando son absorbidos, hacen que las partículas del cemento se repelan entre ellas de forma electrostática o de origen estérico. Generalmente en la construcción no es conveniente trabajar con mezclas poco fluidas o que no fluyan, por tal razón se opta por incrementar la fluidez reduciendo el contacto entre partículas.

Rendimiento: Al igual que cualquier aditivo para el concreto, los superplastificantes tienen mayor o menor rendimiento dependiendo del

tipo de cemento. Para cementos con un alto contenido de aluminato tricálcico, los superplastificantes mejoran significativamente la manejabilidad, pero en cortos periodos de tiempo. Por su parte los cementos con un bajo contenido de aluminato tricálcico por lo general plastifican menos, pero sostienen mejor la manejabilidad de la mezcla.

Tipos de Superplastificantes:

Generalmente en el mercado se pueden conseguir dos tipos de aditivos superplastificantes:

TIPO DE SUPERPLASTIFICANTE	DESEMPEÑO
Reductores de agua de ultra alto poder con bajo sostenimiento de la manejabilidad en el tiempo.	Este tipo de plastificante están fabricados para lograr una máxima dispersión entre las partículas del cemento, aunque su efecto es de corta duración.
Reductores de agua de ultra alto poder con bajo sostenimiento de la manejabilidad en el tiempo.	Con estos plastificantes se pueden lograr reducciones en el volumen de agua superiores a un 25% y sostener la manejabilidad por tiempos aún más prolongados son afectar el tiempo de fraguado.

Tabla 10: Desempeño según el tipo de superplastificantes

Fuente: Autores de tesis

Clasificación del tipo de aditivos según la norma **ASTM C-494:**

TIPO DE ADITIVO	DENOMINACIÓN
A	Aditivos reductores de agua
B	Aditivos retardadores
C	Aditivos acelerantes
D	Aditivos reductores de agua y retardadores
E	Aditivos reductores de agua y acelerantes
F	Aditivos reductores de agua de alto alcance
G	Aditivos reductores de agua de alto alcance y retardadores

Tabla 11: Tipo de superplastificantes

Fuente: Autores de tesis

En nuestra investigación se usará el aditivo superplastificante tipo “F”

Sikament® TM-190

Descripción del producto:

Sikament® TM-190 es un aditivo líquido, color café. Superplastificante, reductor de agua de alto poder que produce en el concreto una consistencia superfluida o permite una alta reducción de agua de amasado. No contiene cloruros

Usos:

Sikament® TM-190 se caracteriza por su alto poder dispersante que permite una perfecta distribución de las partículas de cemento del concreto, provocando una muy completa hidratación, obteniendo así la máxima eficiencia del cemento. Este aditivo está especialmente indicado para facilitar el bombeo de concreto.

Características / Ventajas

Sikament® TM -190 proporciona los siguientes beneficios tanto al concreto fresco como al concreto endurecido:

- Mejora considerablemente la trabajabilidad de la mezcla.
- Disminuye el riesgo de patologías de falla en el concreto de estructuras densamente armadas y esbeltas.
- Mejora considerablemente el acabado del concreto y reproduce la textura de la formaleta.
- Se puede emplear para recuperar el asentamiento perdido en el concreto premezclado.
- Evita la segregación y disminuye la exudación del concreto fluido.
- Disminuye los tiempos de vibrado del concreto.
- Puede redosificarse el material hasta completar una dosis del 2% del peso del cemento sin alterar la calidad.
- Reduce considerablemente la permeabilidad del concreto, aumentando su durabilidad.
- Densifica el concreto y mejora su adherencia al acero de refuerzo.
- Reduce en alto grado la exudación y la retracción plástica.
- Gran economía en los diseños por la reducción de cemento alcanzable.

Detalles de Aplicación:

Normalmente para uso del superplastificante se dosifica de 0.5% al 2.0% del peso del cemento. Por lo que para nuestra investigación se empleó 0.8% del peso del cemento. Como plastificante o superplastificante, se adicionó la dosis escogida de Sikament® TM-190 en la última porción del agua de amasado de la mezcla, para reducir agua y trabajar justo con la trabajabilidad requerida.

Fibra de acero

Estos son comprendidos, como materiales de corto diámetro, corta longitud y delgados, pudiendo ser empleados para formar hilos, del material del cual estén fabricados. Dentro del rubro de construcción, se han creado fibras (que ya eran empleadas desde décadas pasadas), con una especificación técnica, con materiales, mucho más eficientes y resistentes, en respuesta a esas necesidades especiales y específicas. Sarta y Silva (2017).

Las fibras benefician al concreto tanto en estado plástico y como endurecido.

- Algunos de sus beneficios incluyen:
- Reducción de la fisuración por asentamiento.
- Reducción de la fisuración por contracción plástica.
- Incremento en la resistencia a la abrasión y al impacto.
- Mejoras en la resistencia a la fractura.
- Algunas fibras sintéticas pueden ser utilizadas como refuerzo secundario.

Las fibras se usan principalmente en aplicaciones “de uso rudo” como:

- Pisos industriales y pistas de aeropuertos.
- Lineamiento de túneles.
- La estabilización de taludes a través de concreto lanzado por vía húmeda o seca.

- Las fibras metálicas le brindan ductilidad al concreto, resistencia a la cortante, a la fatiga y al impacto.

Las fibras nacieron con el fin de mejorar propiedades en el concreto y principalmente darle una mejor cohesión interna, lo que por consecuencia reduce el agrietamiento.

Existen varios tipos de fibra para concreto, pero las dos principales categorías son:

- Las fibras sintéticas.
- Las fibras metálicas o de acero (actualmente tienen una gran demanda).

Según el ACI 302R, las fibras sintéticas únicamente ofrecen control de agrietamiento durante el asentamiento plástico del concreto, por lo que su uso se limita a pisos de concreto en las que no habrá cargas considerables.

Las fibras metálicas / de acero son un aditivo que se distribuye en la mezcla del concreto para brindar un mejor control de agrietamiento durante el asentamiento plástico del concreto y después de que el concreto se ha endurecido. Por lo que su uso se extiende a pisos de concreto que estarán sometidos a cargas considerables, como los comerciales e industriales. Las fibras de acero también son elementos delgados de longitud corta y diámetro pequeño, que son utilizadas para formar hilos del material para el refuerzo de concreto.

Están compuestas de:

- Alambre trefilado.
- Acero bajo en carbono.
- Dependiendo del diseño del firme, permiten incluso sustituir por completo el armado tradicional del hormigón a base de malla y acero corrugado.

Beneficios de la Fibra de Acero:

Estos son algunos beneficios que nos brinda este excelente producto al agregarlo a la mezcla de concreto:

- Mejora la adherencia de la fibra dentro de la matriz del concreto.
- Alta resistencia a la tracción.
- Aumenta la resistencia al agrietamiento por contracción plástica y por asentamiento.
- Provee un refuerzo para concreto uniforme y multidireccional.
- Aumenta la resistencia al corte.
- Nos da un diámetro equivalente y una deformación continua proveen un refuerzo superior que se traduce en juntas y grietas más resistentes.

Usos y aplicaciones de la Fibras de acero:

Puede ser utilizada como un refuerzo secundario de concreto y mortero lanzado, obteniendo un elevado número de fibras por cada kilogramo, distribuyéndose de manera uniforme y logrando un comportamiento mecánico homogéneo.

Puede ser utilizada en pisos de:

- Industrias. Bodegas. Cubiertas para puentes. Sistema de losa- acero. Concreto lanzado. Pistas de aeropuertos. Pavimentos de tráfico pesado. Refractarios

Consideraciones al trabajar con la Fibra de acero:

Para utilizar la fibra de acero en proyectos se debe tomar en cuenta las siguientes limitaciones:

- Las fibras nunca deben añadirse como primera adición en la mezcla de concreto.
- Deberán ser colocadas en la mezcla de concreto elaborada.
- Se deberán proteger bultos y/o pallets de la lluvia y humedad.
- Utilizar lentes de seguridad y guantes para su manejo.

En nuestra investigación se usará las fibras de acero en su presentación **Sika® Fiber CHO 80/60 NB.**

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 (tráfico 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.

Detalles de Aplicación:

Normalmente entre 10 y 45 kg de Sika® Fiber CHO 80/60 NB por m³ de concreto. Por lo que para nuestra investigación se empleó 30kg/m³.

Resistencia a la compresión del concreto

La resistencia a la compresión de concreto es conocida como una medida común, basada en el desempeño empleado en la Ingeniería Civil, al momento de diseñar edificios como otras estructuras. Su medición inicia con el ensayo de probetas, a través de las máquinas de compresión, donde, la resistencia a la compresión es calculada, partiendo de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste y soporta la carga aplicada, en, libra-fuerza por megapascales (MPa) en unidades del SI. National Ready Mixed Concrete Association – NRMCA. (2016).

La resistencia a la compresión se puede definir como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o de mortero a carga axial. Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm²), a una edad de 28 días se le designa con el símbolo f_c. Castañeda (2018).

Resistencia a la flexión/tracción del concreto

Según, Conecband (2017), la resistencia a la tracción se basa en la exploración de poder conocer las propiedades de un metal, cuando este, se somete a diferentes ensayos. Uno, de estos fines, apunta a la resistencia de la tensión, la cual se basa en la máxima fuerza, a la que, es expuesto un metal, antes del punto de rotura. Su procedimiento inicia cuando se coloca una muestra del material sobre una máquina (extensómetro), la cual ejerce una carga progresiva con lentitud. La carga aplicada, es medida en newtons de fuerza. Es de considerar que, mientras el ensayo avanza, la carga aplicada es incremental, donde la muestra, sufre un fenómeno de estiramiento hasta romperse, tal varianza es conocida como, -esfuerzo-, el cual, a su vez, es conocido como -alargamiento o elongación-, el cual es definido como el porcentaje incremental de la longitud de la muestra,

puesta en ensayo. Ejecutar este tipo de prueba, es esencial debido a que, si una pieza se estira hasta quedar deformada, resulta ser inútil, un equivalente a como si se hubiese roto. Es de considerar que, el esfuerzo máximo que soporta un metal sin tener una deformación permanente es denominada como, límite de elástico o elasticidad. Por ende, el fenómeno de alargamiento que sufre una muestra de acero, durante el proceso de ensayo de tracción, es una medida de ductilidad, la cual tiende a ser considerada como aquella capacidad de un acero para deformarse/conformarse, sin romperse.

Método del ACI

Pérez (2015), sugiere que, the Method of American Concrete Institute (Método ACI), suele ser conocido y comúnmente empleado, debido a que su basamento, es el empleo básico de agua y cemento; pues, este persigue ejecutar de manera metódica una hilera de pasos, con el propósito de, determinar la cantidad de los materiales a emplear, tanto en peso como en volumen, para cubrir un metro cúbico de concreto (1 m³).

Agregados

Según, León y Ramírez (2010), estos, corresponden a materiales sólidos granulados inertes, empleados en el firme de las carreteras sea, sin o con adición de elementos activos, y, sobre todo, con las adecuadas granulometrías, las cuales se manipulan para poder fabricar productos resistentes artificiales, a través de su mezcla con materiales aglomerantes con activación hidráulica, o, sea con ligantes de asfaltos.

Probetas

Medina (2011), acuña que, una probeta, corresponde a una pieza elaborada por materiales específicos, dependiendo de lo que se desee estudiar. No obstante, es recomendable que los moldes sean de hierro forjado, acero, o cualquier material considerado como no absorbente, haciendo posible que, no se mezcle con el concreto. Además, debe considerarse el criterio de resistencia, necesario para soportar las

condiciones, bajo las cuales esté expuesto el trabajo de moldeado. Se hace hincapié, que, que la forma debe ser un cilindro recto, con 15 centímetros de diámetro y 30 centímetros de alto.

Canteras

Ecotec (s.f.). añade que, las canteras se refieren a una fuente primaria que brinda materiales pétreos, los cuales, conforman unos de los abastos más importantes en el rubro de construcción dentro de obras civiles, estructurales, hidráulicas, carreteras, puentes y demás. Por ende, esta brinda la materia prima, para la ejecución de diversas obras, en adición, es de considerar que, fu valorización financiera, representa un valor significativo dentro del costo bruto de todo proyecto. No obstante, el tiempo de vida de cada cantera, es límite, y es cuando se ve abandonada, por la provisión de materiales, además de la afectación del entorno ambiental y social.

Contenido de humedad

Según, Caballero (2013), dice que, el contenido de la humedad es la proporcionalidad existente entre el peso del agua contenida dentro de una muestra en su estado inicial, y el peso en la muestra, después de haber sido expuesta a un proceso de secado en un horno, con una temperatura que oscila entre los 105°C – 110°C . Este se manifiesta, en porcentaje, pudiendo variar desde cero (perfecto secado), hasta el máximo alcanzado (no siempre representa el 100 %). Por ende, el nivel de consideración a otorgársele, al contenido del agua que existe en un suelo, es representación de una de las características más trascendentes, para poder describir la manifestación comportamental del susodicho.

b). Del objetivo específico 3

Módulo de elasticidad y su uso

El ACI 318-11 lo define como la relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente. Representa que tan rígido es un

material ante la carga impuesta sobre el mismo. La elasticidad es la propiedad mecánica que hace que los materiales sufran deformaciones reversibles por la acción de las fuerzas exteriores que actúan sobre ellos. La deformación es la variación de forma y dimensión de un cuerpo. Un material es elástico cuando la deformación que sufre ante la acción de una fuerza cesa al desaparecer la misma.

Los materiales totalmente elásticos pueden llegar hasta cierta deformación máxima, es lo que se conoce como límite elástico. Si se sobrepasa este límite, la deformación del material es permanente y sus propiedades cambian. Si el esfuerzo que incide sobre el material supera las fuerzas internas de cohesión, el material se fisura y termina por fallar.

Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad de un material es la relación entre el esfuerzo al que está sometido el material y su deformación unitaria. Representa la rigidez del material ante una carga impuesta sobre el mismo.

Cuando la relación entre el esfuerzo y la deformación unitaria a que está sometido el material es lineal, constante y los esfuerzos aplicados no alcanzan el límite de proporcionalidad, el material tiene un comportamiento elástico que cumple con la Ley de Hooke.

Módulo de elasticidad estática del concreto

El módulo de elasticidad del hormigón representa la rigidez de este material ante una carga impuesta sobre el mismo. El ensayo para la determinación del módulo de elasticidad estático del concreto se hace por medio de la Norma Técnica Colombiana 4025 que tiene como antecedente la ASTM C 469 y tiene como principio la aplicación de carga estática y de la correspondiente deformación unitaria producida. La primera fase es la zona elástica, donde el esfuerzo y la deformación unitaria pueden extenderse aproximadamente entre 0% al 40% y 45% de la resistencia a la compresión del concreto. Una segunda fase, representa una línea curva

como consecuencia de una microfisuración que se produce en el concreto al recibir una carga, estas fisuras se ubican en la interfase agregado- pasta y está comprendida entre el 45% y 98% de la resistencia del concreto.

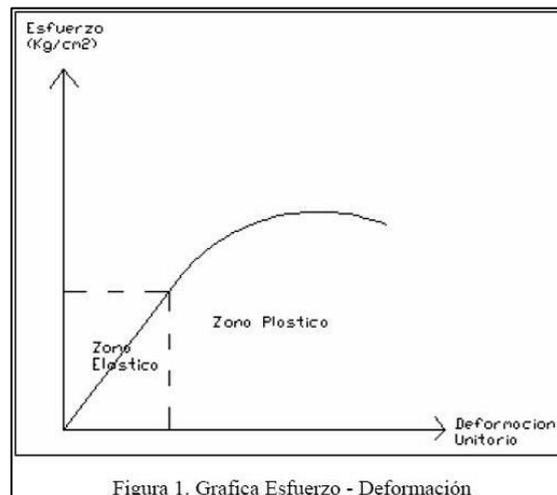


Figura 4: Gráfica Esfuerzo -Deformación
Fuente: El módulo de elasticidad del concreto (E_c) y su importancia (Rodríguez, 2019).

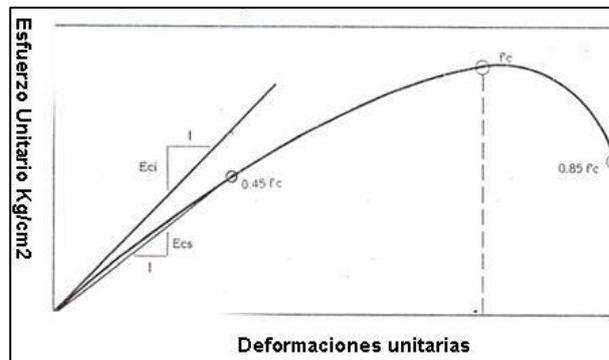


Figura 5: Gráfica esfuerzo vs deformación unitaria
Fuente: El módulo de elasticidad del concreto (E_c) y su importancia (Rodríguez, 2019).

Explicando la figura a detalle. La primera fase es la zona elástica, aquí el esfuerzo y la deformación unitaria se extiende desde 0% hasta 40% del $f'c$ e inclusive hasta un 0.45 de la resistencia a compresión

Importancia y uso del módulo de elasticidad en el concreto.

El uso del concreto en proyectos de construcción implica procesos de manejo, colocación, compactación y curado que pueden diferir notablemente. Además, las diferencias que presentan las materias primas usadas por cada proveedor implican que las propiedades del concreto en el elemento estructural puedan variar apreciablemente. Es aquí donde se puede tener repercusión sobre el comportamiento estructural real de la construcción, específicamente en el nivel de deformaciones y respuesta sísmica.

Con lo anterior se justifica la importancia de conocer el módulo de elasticidad en obra, siendo utilizado para los siguientes fines:

- Uno de los valores más importantes en el diseño de concreto reforzado es el módulo de elasticidad, puesto que este influye en las deflexiones, derivas y rigidez de una estructura.
- Determinar la variabilidad en propiedades mecánicas para concretos y morteros in situ usados en elementos similares.
- Permite un análisis o revisión estructural más detallado conforme el concreto colocado y comportamiento más real de los elementos. puesto que este influye en la rigidez de una estructura.
- Tener un buen conocimiento del módulo de elasticidad del concreto bajo condiciones de carga lenta podría emplearse en futuras investigaciones acerca del módulo de elasticidad dinámico de concreto (es decir bajo cargas rápidas), lo anterior sería importante para evaluar las implicaciones en el comportamiento estructural más probable, sobre todo a nivel sísmico.

Concreto armado

El concreto es el material de construcción más usado en el mundo. Su fácil y rápida preparación, su alta eficacia y moldeabilidad casi infinita, hacen del concreto el material ideal para las exigencias contemporáneas. Es una mezcla de materiales como la arena, grava y gravilla (también llamados agregados), y cemento, que sirve como aglutinante. El concreto es un material que para endurecer sólo necesita agua durante el mezclado, es por eso por lo que también puede ser utilizado bajo el agua. Puede tomar casi cualquier forma si se vierte en un molde o encofrado y se transforma en piezas prefabricadas para la construcción.

A diferencia del resto, a este tipo de concreto se le introduce fierro de construcción para conseguir que ambos materiales trabajen conjuntamente para soportar cargas. Por lo general, se usa para vaciar columnas, vigas y techos. En general, la proporción recomendada para lograr una resistencia adecuada en una casa de dos o tres pisos es: 1 volumen de cemento, por 3 volúmenes de arena gruesa y 3 volúmenes de piedra chancada.

Concreto Reforzado con Fibras.

El concreto diseñado con fibras micro o macro puede usarse ya sea para aplicaciones estructurales, donde las fibras pueden potencialmente sustituir el reforzamiento con varilla de acero, o para reducir el encogimiento – especialmente el que sucede en etapa temprana. Las macro fibras pueden incrementar significativamente la ductilidad del concreto, haciendo que sea altamente resistente a la formación y propagación de grietas.

Concreto con Superplastificante

Los superplastificantes son aditivos químicos que plastifican mezclas de concreto. Su función principal es reducir la cantidad de agua de mezcla. Estos productos químicos se agregan a la mezcla para mejorar sus propiedades reológicas, lo que se traduce directamente en una mayor estabilidad de los productos terminados. La fluidez de la mezcla de

concreto usando la superplastificante causa tanto una reducción del agua en lotes como el mantenimiento de la misma consistencia, así como una trabajabilidad prolongada en comparación con la mezcla de referencia

Aditivos que mejoran la trabajabilidad (Función superplastificante):

Dada una mezcla de concreto con una relación agua/cemento y cantidad de cemento determinados, el aditivo se utiliza para incrementar la trabajabilidad de la mezcla, sin cambiar la característica del diseño, siempre que se hable de una correcta dosis y el tipo de aditivo apropiado, así en la prueba de cono de Abrahms el asentamiento puede ser incrementado de una manera considerable. (Salazar, 2016)

Definición de la Norma E.060

Esta Norma fija los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad e inspección de estructuras de concreto simple o armado. Las estructuras de concreto presforzado se incluyen dentro de la definición de estructuras de concreto armado.

Alcances establecidos en la NTP E.060 del Concreto Armado:

Para concretos de peso unitario W_c comprendido entre 1450 y 2500 kg/m³, el módulo de elasticidad, E_c , para el concreto puede tomarse como:

$$E_c = (w_c)^{1,5} 0,043 \sqrt{f'_c} \text{ (en Mpa)}$$

Ecuación 2: Fórmula para el cálculo del módulo de elasticidad

Fuente: Autores de tesis

Para concretos de peso unitario normal ($W_c = 2300$ kg/m³), E_c , puede tomarse como:

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \text{ (en Mpa)}$$

Ecuación 3: Fórmula para el cálculo del módulo de elasticidad

Fuente: Autores de tesis

Pueden usarse otros valores de E_c que estén suficientemente respaldados por resultados de laboratorio.

Módulo de elasticidad de la Norma Peruana vigente E.060, más usado en programas de diseño estructural en edificaciones, mediante la siguiente fórmula:

$$E_c = 15000\sqrt{f'_c} \text{ (en Kg/cm}^2\text{)}$$

Ecuación 4: Fórmula para el cálculo del módulo elasticidad más usado

Fuente: Autores de tesis

2.4.3. Desarrollo.

a. Del objetivo específico 1 y 2

1. Caracterización de los agregados

Análisis Granulométrico de agregado fino (ASTM C136)

a) Materiales y equipos

Balanza: Con una sensibilidad de 0.1 gramos.

Horno: Capaz de mantener temperaturas constantes $110\text{ }^\circ\text{C} \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$.

Tamices: Según normativa.

Muestra: Serán obtenida de acuerdo con la norma, se realizarán tres ensayos.

b) Procedimiento:

- Secar el material en el horno por un periodo mínimo de 24 horas a una temperatura de $110\text{ }^\circ\text{C} \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$.
- Pesar tres muestras de agregado fino, luego colocar los tamices de acuerdo con el tamaño de abertura de mayor a menor abertura (desde el tamiz N° 04 hasta el N° 200).
- Se realiza el tamizado manual, durante un tiempo adecuado, Una vez terminado el proceso de tamizaje, se debe registrar todo el material retenido en cada tamiz de la tanda por separado, así como en el fondo, en una balanza analítica de 0.1 gramos.

- Se realiza el procedimiento tres veces y el módulo de finura se calcula con la siguiente fórmula.

$$mf = \frac{\Sigma \% \text{ retenido acumulado en los tamices de la serie estandar}}{100}$$

Ecuación 5: Fórmula para el cálculo del módulo de finura.

Fuente: Autores de tesis

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso	%	%	%	Límites (NTP 400.037)	
		Reten. (gr)	Reten. Parcial	Reten. Acum.	Que Pasa	Mínimo	Máximo
3/8"	9.500						
N°4	4.750						
N°8	2.360						
N°16	1.180						
N°30	0.600						
N°50	0.300						
N°100	0.150						
N°200	0.075						
Fondo	-						
					

Módulo de Finura: ...

Tabla 12: Cuadro de ensayo granulométrico del agregado fino

Fuente: Autores de tesis

Análisis Granulométrico de agregado grueso (ASTM C136)

a) Materiales y equipos

Balanza: Con una sensibilidad de 0.1 gramos.

Horno: Capaz de mantener temperaturas constantes $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Tamices: Según normativa.

Muestra: Serán obtenidas de acuerdo con la norma, se realizarán tres ensayos.

b) Procedimiento:

- Secar el material en el horno por un periodo mínimo de 24 horas a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Pesar tres muestras de agregado grueso, luego colocar los tamices de acuerdo al tamaño de abertura de mayor a menor abertura (desde el tamiz N° 3/4”, 1/2”, 1/4”, N°4).
- Se realiza el tamizado manual, durante un tiempo adecuado, Una vez terminado el proceso de tamizaje, se debe registrar todo el material retenido en cada tamiz de la tanda por separado, en una balanza analítica de 0.1 gramos.
- Se realizó el proceso tres veces, se realizaron los cálculos según la siguiente tabla:

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)	
						Mínimo	Máximo
2”	50.00						
1 1/2”	37.50						
1”	25.00						
3/4”	19.00						
1/2”	12.50						
3/8”	9.50						
N°4	4.75						
N°8	2.36						
N°16	1.18						
Fondo							

... ..

Tamaño Máximo Nominal:

Módulo de Finura:

Contenido de Finura:

Tabla 13: Cuadro de ensayo granulométrico del agregado grueso

Fuente: Autores de tesis

Peso específico y capacidad de Absorción del agregado fino (ASTM C128)

a) Materiales y equipos

Balanza, Con una sensibilidad de 0.1 gramos.

Horno, Capaz de mantener temperaturas constantes $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Tamiz N°04

Picnómetro

Molde Cónico

Varilla para apisonar

Fiola 500 ml.

Bandeja.

Muestra, Serán obtenidas de acuerdo con la norma, se realizarán tres ensayos.

b) Procedimiento:

- Se toma una muestra representativa de agregado fino y se sumerge en agua por un periodo de 24 horas
- Luego se deposita la muestra en una bandeja y esparcir y dejar secar a temperatura ambiente, mediante una secadora de mano dando corrientes de aire, moviendo en ocasiones para tener un secado uniforme
- Se toma el material y se rellena el molde cónico en tres capas iguales, compactando cada capa con 25 golpes con el pisón.
- Se pesa la fiola con agua de hasta 500 ml y luego se botó al agua.
- Se introdujo la muestra preparada a la fiola de 500 gr y se añadió agua hasta un 90% aproximadamente de la capacidad del frasco, se hizo rodar la fiola sobre una superficie lisa, para eliminar todas las burbujas de aire durante un minuto.
- Se llenó la fiola hasta la marca de 500 ml y se determinó su peso total.
- Finalmente se espera que la muestra dentro de la fiola se asiente, una vez asentada la muestra se botó el agua, para retirar la muestra de la fiola y secarla en el horno a $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta que logre un peso constante y obtener el peso seco.
- Luego se obtuvieron los resultados para calcular con la siguiente tabla.

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr			
Peso del picnómetro lleno de agua	gr			
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr			
Peso de la muestra en estado SSS	gr			
Peso específico base seca	gr/cm ³			
Peso específico base SSS	gr/cm ³			
Absorción	%			

Tabla 14: Cuadro de peso específico y absorción del agregado fino

Fuente: Autores de tesis

Peso específico y capacidad de Absorción del agregado grueso (ASTM C127)

a) Materiales y equipos

Balanza, Con una sensibilidad de 0.1 gramos.

Horno, Capaz de mantener temperaturas constantes $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Tamiz N°04

Picnómetro

Molde Cónico

Varilla para apisonar

Fiola 500 ml.

Bandeja.

Muestra, Serán obtenidas de acuerdo con norma, se realizarán tres ensayos.

b) Procedimiento:

- Dependiendo del tamaño máximo nominal del agregado grueso, se toma una muestra representativa del agregado grueso.
- Luego se sumergió el material dentro del agua por un tiempo de 24 horas.
- Una vez pasadas las 24 horas se retira la muestra del agua, se extiende y se seca con un paño absorbente la superficie hasta conseguir que ésta se encuentre en estado SSS (saturado superficialmente seco) y se pesó.

- Después de pesar la muestra, se coloca en una superficie seca en una cesta de alambre y se pesó dentro del agua a una temperatura entre $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.7\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Finalmente, la muestra se seca a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, luego se dejó enfriar y se determinó su peso seco a temperatura ambiente.
- Luego se obtuvieron los resultados para calcular con la siguiente tabla.

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr			
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr			
Peso de la muestra	gr			
Peso unitario suelto	gr/cm ³			
Peso específico base SSS	gr/cm ³			
Absorción	%			

Tabla 15: Cuadro de peso específico y absorción del agregado grueso

Fuente: Autores de tesis

Peso unitario suelto y compactado del agregado fino y grueso (ASTM C29)

a) Materiales y equipos

Recipiente de medida, Balanza de electrónica, Barra compactadora, Agregado fino y Agregado grueso

b) Procedimiento:

- Se determina la masa del recipiente vacío y se registra ese valor.
- Se llena el recipiente con agua hasta el desborde, y se tomó el peso, esto nos sirve para calcular el volumen (m³) del molde
- Luego se vertió la muestra del agregado en el molde, a una altura no mayor de 50 mm por encima del borde superior hasta llenarlo
- En caso del peso unitario compactado se colocó el material en tres capas de igual volumen aproximadamente, cada capa se compacta uniformemente en todo el recipiente con una varilla normada 25
- Se enrasó la superficie con la varilla.

- Se toma el peso del molde de la muestra y se determinó el peso unitario según la siguiente tabla.

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg				
Peso recipiente + muestra apisonada	kg				
Peso de recipiente	kg				
Peso de muestra en estado suelto	kg				
Peso de muestra en estado compactado	kg				
Volumen del recipiente	m ³				
Peso unitario suelto	kg/m ³				
Peso unitario compactado	Kg/m ³				

Tabla 16: Cuadro de peso unitario volumétrico de agregados

Fuente: Autores de tesis

Contenido de humedad del agregado fino y grueso (ASTM C566)

a) Materiales y equipos

Balanza digital. Recipientes metálicos. Agregado fino y Agregado Grueso.

b) Procedimiento:

- Se tomará una pequeña muestra representativa luego de hacer el cuarteado para realizar el ensayo. Se usará un contenedor para que así tomemos datos.
- Primeramente, se obtiene el peso del contenedor, utilizando una balanza de precisión 0.01 g. Luego se toma el peso con las probetas (cada una con su respectivo recipiente) antes de meterlo al horno.
- Asimismo, para hallar el peso del contenedor, más la muestra seca, se colocó en un horno durante 24 horas según la norma estipulada a una temperatura de 110 ± 5 °C, para así hallar lo requerido. Después del lapso de 24 horas, obtuvimos peso del contenedor + muestra seca.
- El ensayo se hace para el agregado grueso y fino.

- Por lo tanto, la fórmula con la que hallaremos el porcentaje de humedad es la siguiente:

$$\%W = \frac{A - B}{B - C} * 100$$

Ecuación 6: Fórmula para el cálculo del % de humedad.

Fuente: Autores de tesis

Donde:

A: Recipiente metálico + muestra húmeda

B: Recipiente metálico + muestra seca

C: Recipiente metálico

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente, C	gr			
Peso recipiente + muestra húmeda, A	gr			
Peso recipiente + muestra seca, B	gr			
Peso de muestra húmeda	gr			
Peso de muestra seca	gr			
Peso de agua	gr			
Contenido de humedad	%			

Tabla 17: Cuadro de contenido de humedad de agregados

Fuente: Autores de tesis

2. Diseño de mezcla por método ACI 211-2010)

a. Procedimiento

Para este apartado se tuvo como guía a Cruzado y Rivera (2019) en su tesis titulada “Influencia de tipos de incorporador de aire sobre el asentamiento, aire total, absorción, peso unitario y compresión del concreto a bajas temperaturas”.

Para poder realizar el diseño de mezcla, se empleó la guía del método ACI 211 año 2010, en dónde se tuvo en cuenta primero contar con la caracterización de los agregados, los que se emplearon en la dosificación del concreto, los

cuales son: peso específico del cemento, agregados y agua, contenido de humedad, la absorción, el módulo de finura, el tamaño máximo nominal del agregado grueso y el peso volumétrico compactado del agregado grueso. Además, teniendo en cuenta que al adicionar la dosis escogida de Sikament® TM-190 (aditivo tipo F) en la última porción del agua de amasado de la mezcla, se reduce el agua y trabaja justo con la trabajabilidad requerida. De acuerdo con los requerimientos según en ACI 211 se procedió a realizar el siguiente diseño de mezcla. Para los ensayos de la resistencia a la compresión y flexión, las probetas tuvieron un curado mínimo de 28 días.

b. Materiales

Cemento

- ✓ Pacasmayo tipo I, para la resistencia de diseño es de 210 kg/cm².
- ✓ Peso específico: 3.10 g/cm³ (Cruzado y Rivera, 2019)

Agua

- ✓ Agua potable, procedente del laboratorio de concreto, lugar donde se realizaron los ensayos y probetas.

Agregado Fino- Cantera El León – Milagro

- ✓ Peso específico de masa: 2.66 gr/cm³
- ✓ Contenido de humedad: 0.50 %
- ✓ Absorción: 1.10 %
- ✓ Módulo de finura: 2.69

Agregado grueso – Cantera El León – Milagro

- ✓ Tamaño máximo Nominal: 3/4”
- ✓ Peso específico de masa: 2.69 gr/cm³
- ✓ Contenido de humedad: 0.40 %
- ✓ Absorción: 1.0 %
- ✓ Peso Volumétrico compactado: 1588 kg/m³

Fibras de Acero- SikaFiber CHO 80/60, La fibra de acero se empleó en la marca Sika, en su única presentación por el contexto actual, se utilizó en su dosificación 30 kg/m³, como reforzamiento en el concreto.

Aditivo Superplastificante SIKAMENT TM 190: El aditivo superplastificante que se empleó fue en la marca Sika, para mejorar la trabajabilidad del concreto fibroreforzado en estado fresco, se dosificó en la cantidad de 0.80% del peso de cemento a utilizar en la mezcla del concreto.

c. Desarrollo según las tablas del ACI 211-2010

A). Resistencia promedio

f'_c	f'_{cr}
menos de 210 kg/cm ²	$f'_c + 70$
de 210 a 350 kg/cm ²	$f'_c + 84$
sobre 350 kg/cm ²	$f'_c + 98$

Figura 6: Resistencia promedio del concreto a usar

Fuente: Tablas de ACI 211.

$f'_{cr} = 210 + F.S.$ (factor de seguridad), $F.S. = 84$, 210 kg/cm²

Entonces, $f'_{cr} = 210 + 84 = 294$ kg/cm²

B). Relación a/c por resistencia

f'_c (kg/cm ²)	Relación a/c en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.48
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
420	0.41	
450	0.38	

Figura 7: Relación a/c por resistencia del concreto

Fuente: Tablas de ACI 211.

Se interpola para $f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$

$$\frac{a}{c} = 0.55 - \left(\frac{300 - 294}{300 - 280} \right) * (0.55 - 0.57) = 0.556 \cong 0.56$$

C). Volumen unitario de agua

Asentamiento	Agua en L/m ³ para los diferentes TMN de agregado grueso y consistencia indicadas							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	***
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	***

Figura 8: Volumen unitario de agua

Fuente: Tablas de ACI 211.

Para un asentamiento de 3" a 4", para el agregado grueso de 3/4" en concreto sin aire incorporado; le corresponde **205 L/m³** de agua.

D). Contenido de aire

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Aire atrapado
3/8"	3.0 %
1/2"	2.5 %
3/4"	2.0 %
1"	1.5 %
1 1/2"	1.0 %
2"	0.5 %
3"	0.3 %
6"	0.2 %

Figura 9: Contenido de aire según el TMN

Fuente: Tablas de ACI 211.

Para el agregado grueso de ¾”; le corresponde 2% de aire atrapado

E). Peso de cemento y cantidad de bolsas para 1m³

$$W_c \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{\text{Volúmen de agua}}{\frac{a}{c}} = \frac{205}{0.556} = 368.71 \text{ kg/m}^3$$

Donde:

WC: peso de cemento por unidad de volumen (kg/m³)

$$N^{\circ} \text{ bls} = \frac{W_c}{42.5} = \frac{368.71}{42.5} = 8.68 \text{ bolsas/m}^3$$

Donde:

N° bls: número de bolsas de cemento por unidad de volumen (bolsas/m³)

F). Volumen de agregado grueso

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diferentes M.F.			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Figura 10: Volumen del agregado grueso

Fuente: Tablas de ACI 211.

Se interpola para el módulo de finura de 2.69

$$\text{factor} = 0.62 - \left(\frac{2.8 - 2.69}{2.8 - 2.6} \right) * (0.62 - 0.64) = 0.631 \cong 0.63$$

$$W_{ag} = \text{factor} * PUCS$$

Ecuación 7: Fórmula para el cálculo del agregado grueso kg/m³.

Fuente: Autores de tesis

$$W_{ag} = 0.631 * 1588 = 1002.028 \text{ kg}$$

Donde:

W_{ag} : peso por unidad de volumen del agregado grueso (kg/m³)

G). Volumen de agregado fino

$$W_c = V_{af} * \gamma_{af} \dots \text{kg}$$

$$V_{af} = 1 - (V_c + V_w + V_a + V_{ag})$$

Ecuación 8: Fórmulas para el cálculo del agregado fino kg/m³.

Fuente: Autores de tesis

Donde:

W_{af} : peso por unidad de volumen del agregado fino (kg/m³)

V_{af} : volumen del agregado fino (m³)

γ_{af} : densidad del agregado fino (kg/m³)

H). Volumen absoluto de cemento:

$$V_c = \frac{W_c}{\gamma_c * 1000} = \frac{368.71}{3.10 * 1000} = 0.119 \text{ m}^3$$

Donde:

W_c : peso del cemento (kg)

V_c : volumen del cemento (m³)

γ_c : densidad del cemento (kg/m³)

I). Volumen absoluto del agua:

$$V_w = \frac{W_w}{1000} = \frac{205}{1000} = 0.205 \text{ m}^3$$

Donde:

W_w : peso por unidad de volumen del agua (kg/m³)

V_w : volumen del agua (m³)

Volumen absoluto del aire:

$$V_a = \frac{\% \text{ aire atrapado}}{100} = \frac{2}{100} = 0.020 \text{ m}^3$$

Donde:

VA: volumen del aire (m³)

J). Volumen absoluto del agregado grueso:

$$V_{ag} = \frac{W_{ag}}{\gamma_{ag}} = \frac{1002.028}{2.69 * 1000} = 0.373 \text{ m}^3$$

Donde:

V_{ag}: volumen del agregado grueso (m³)

γ_{ag}: densidad del agregado grueso (kg/m³)

Entonces el peso seco por m³ del agregado fino, es:

$$V_{af} = 1 - (V_c + V_w + V_a + V_{ag}) = 1 - (0.119 + 0.205 + 0.020 + 0.373)$$

$$V_{af} = 0.283 \text{ m}^3$$

$$W_c = V_{af} * \gamma_{af} = 0.283 * 2660 = 752.78 \text{ kg}$$

Tabla de la cantidad de materiales por m³

MATERIAL	VOLUMEN (m ³)	PESO ESPECÍFICO (kg/m ³)	PESO SECO POR m ³ (kg)
AGUA	0.205	1000	205.00
CEMENTO	0.119	3100	368.90
AGREGADO GRUESO	0.373	2690	1003.37
AGREGADO FINO	0.283	2660	752.78
AIRE	0.02	0	0.00
TOTAL	1.000		2330.05

Tabla 18: Cantidad de materiales por m³

Fuente: Autores de tesis

K). Corrección por humedad de los agregados

Agregado Grueso

$$W_{agh} = W_{ag} * \left(1 + \frac{H_{ag}}{100}\right) = 1003.37 * \left(1 + \frac{0.40}{100}\right) = 1007.38 \text{ kg}$$

Donde:

H_{ag}: humedad del agregado grueso (%)

Wagh: peso del agregado grueso reajustado por humedad (kg)

Agregado Fino

$$Wafh = Waf * \left(1 + \frac{Haf}{100}\right) = 752.78 * \left(1 + \frac{0.50}{100}\right) = 756.54 \text{ kg}$$

Donde:

Haf: humedad del agregado fino (%)

Wafh: peso del agregado fino reajustado por humedad (kg)

L). Agua de la mezcla corregida:

En agregado grueso

$$AC_{ag} = Wagh * \left(\frac{Aag - Hag}{100}\right) = 1007.38 * \left(\frac{1 - 0.4}{100}\right) = 6.04 \text{ kg}$$

Donde:

Aag: absorción del agregado grueso (%)

AC_{ag}: absorción corregida de agua del agregado grueso (kg)

En agregado fino

$$AC_{af} = Wafh * \left(\frac{Aaf - Haf}{100}\right) = 756.54 * \left(\frac{1.1 - 0.5}{100}\right) = 4.54 \text{ kg}$$

Donde:

Aaf: absorción del agregado fino (%)

AC_{af}: absorción corregida de agua del agregado fino (kg)

Entonces:

$$WC_w = Ww + AC_{ag} + AC_{af} = 205 + 6.04 + 4.54 = 215.58 \text{ kg}$$

Donde:

WC_w: agua de la mezcla corregida (kg)

M). Datos obtenidos para el diseño de mezcla corregido por humedad

MATERIAL	PESO SECO (kg/m3)	PESO HÚMEDO (kg/m3)	VOLÚMEN (m3)	PROPORCION
Agua	205.00	215.58	0.216	24.84 lts
Cemento	368.90	368.90	0.119	1
Agregado Grueso	1003.37	1007.38	0.374	2.73
Agregado Fino	752.78	756.54	0.284	2.05
Aire	0.00	0.00	0.02	-
TOTAL	2330.05	2348.40	1.00	

Tabla 19: Cantidad de materiales de mezcla corregido por humedad

Fuente: Autores de tesis

Nueva relación:

$$\frac{a}{c} = \frac{215.58}{368.90} = 0.58$$

- Cálculo de materiales con el aditivo más fibras de acero, según las proporciones.

N). Peso por tanda para 6 probetas cilíndricas más 3 prismáticas con concreto tradicional

Materiales	Peso húmedo (kg/m3)	Materiales por tanda (kg)
agua	215.58	9.05
cemento	368.90	15.50
agregado grueso	1007.38	42.31
agregado fino	756.54	31.77

Tabla 20: Cantidad de materiales por tanda de concreto tradicional

Fuente: Autores de tesis

O). Peso por tanda para 6 probetas cilíndricas más 3 prismáticas con concreto con fibras de acero más aditivo superplastificante

Materiales	Peso húmedo (kg/m³)	Materiales por tanda (kg)	Aditivo SIKAMENT TM 190 (0.80%)	Fibras de acero 30 kg/m³
Agua	215.58	9.05		
Cemento	368.90	15.50	124 gr	1.26 Kg
Agregado Grueso	1007.38	42.31		
Agregado Fino	756.54	31.77		

Tabla 21: Cantidad de materiales por tanda de concreto fibroreforzado

Fuente: Autores de tesis

Par esto se realizó el cálculo de materiales por tanda para 6 probetas cilíndricas de 10 cm de diámetro y 20cm de altura y 3 probetas prismáticas de 15.5x15.5x46.5cm, resultando 0.042 m³ de concreto por tanda. Según la investigación se empleó el aditivo SIKAMENT TM 190 en 0.80% del peso del cemento en cada tanda, más la adición de 30 kg/m³ de fibras de acero SIKA FIBER. Se realizaron 24 probetas cilíndricas y 12 probetas prismáticas, un total de 4 tandas.

3. Elaboración de las probetas (NTP 339.034)

Para el diseño de probetas patrón se seguirá el siguiente procedimiento:

- Se selecciona los moldes de las probetas a utilizar y se les adiciona el desmoldante.
- Teniendo el diseño de mezcla, se pesa los materiales por tanda a utilizar en el concreto.
- Se enciende el trompo, y agrega el agregado fino, agregado grueso y un poco de agua, se mezcla unos minutos y se le adiciona el cemento en seguida con el resto de agua hasta obtener la pasta trabajable. Se deja mezclar por unos minutos.

- Se retira la mezcla de concreto del trompo, en un recipiente, en seguida se hace el ensayo de temperatura, asentamiento y el contenido de aire a la mezcla.
- Se procede a realizar el llenado de las probetas, se vierte el concreto hasta un tercio del molde y se da 25 chuseadas con la varilla lisa, realizarlo en tres capas. Una vez culminada la compactación de cada capa golpear suavemente alrededor del molde unas 10 veces con el martillo de hule para liberar las burbujas de aire que hayan podido quedar atrapadas en el interior de la mezcla.
- Una vez llenado la mezcla en los moldes de las probetas, se nivela la parte superior o se enraza con la varilla lisa. Finalmente, con una plancha dejar la superficie lisa para un buen acabado y presentación.
- Pasado 24 horas, se desencofra las probetas y se le coloca la marca según considere el tesista, para luego curar las probetas inmediatamente, colocándolas en la posa de curado, la cual estará llena de agua potable saturada con hidróxido de calcio (cal), que cubrirán por completo la superficie de las probetas

Para el diseño de probetas con fibras de acero más aditivo plastificante se seguirá el siguiente procedimiento:

- Se selecciona los moldes de las probetas a utilizar y se les adiciona el desmoldante.
- Teniendo el diseño de mezcla, se pesa los materiales por tanda a utilizar en el concreto. Se determina la cantidad de fibras de acero más aditivo superplastificante.
- Se mezcla el aditivo superplastificante con la porción del agua de amasado de la mezcla
- Se enciende el trompo, y agrega el agregado fino, agregado grueso, las fibras de acero y un poco de agua, se mezcla unos minutos y se le adiciona el cemento en seguida con el resto de agua mezclada con el aditivo superplastificante. Se deja mezclar por unos minutos hasta obtener la pasta trabajable.

- Se retira la mezcla de concreto del trompo, en un recipiente, en seguida se hace el ensayo de temperatura, asentamiento y el contenido de aire a la mezcla.
- Se procede a realizar el llenado de las probetas, se vierte el concreto hasta un tercio del molde y se da 25 chuseadas con la varilla lisa, realizarlo en tres capas. Una vez culminada la compactación de cada capa golpear suavemente alrededor del molde unas 10 veces con el martillo de hule para liberar las burbujas de aire que hayan podido quedar atrapadas en el interior de la mezcla.
- Una vez llenado la mezcla en los moldes de las probetas, se nivela la parte superior o se enraza con la varilla lisa. Finalmente, con una plancha dejar la superficie lisa para un buen acabado y presentación.
- Pasado 24 horas, se desencofra las probetas y se le coloca la marca según considere el tesista, para luego curar las probetas inmediatamente, colocándolas en la posa de curado, la cual estará llena de agua potable saturada con hidróxido de calcio (cal), que cubrirán por completo la superficie de las probetas

4. Propiedades mecánicas del concreto en estado fresco

4.1. Ensayo para la medición del asentamiento del concreto con el Cono de Abrams. (NTP 339.035).

El ensayo de asentamiento del concreto se realiza cuando el concreto está en estado plástico, este es un método de control de calidad su objetivo es medir la consistencia del concreto reforzado, evaluando su manejabilidad por un examen visual.

➤ Materiales, Herramientas y Equipos

- ✓ Cono de Abrams
- ✓ Regla metálica
- ✓ Bandeja metálica
- ✓ Varilla de hierro para chusear

✓ Palustre

➤ **Procedimiento**

- ✓ Humedecer todos los instrumentos y/o equipos a utilizar.
- ✓ Mezclar todos los agregados.
- ✓ Colocar al cono de Abrams en la bandeja y apoyar firmemente dicho cono para evitar que se mueva.
- ✓ Colocar la mezcla al cono en tres capas iguales, en cada capa se tiene que chucear 25 veces con la varilla de fierro de forma espiral.
- ✓ Una vez lleno el cono, se tiene que enrasar o nivelar cuidadosamente.
- ✓ Levantar el cono verticalmente con mucho cuidado, luego colocarlo al costado de la muestra de forma invertida el cono y colocar la varilla de fierro y medir su distancia del centro de la mezcla a la parte superior del cono.

4.2. Peso Unitario del concreto (NTP 339.046).

En el laboratorio podemos definir el peso unitario como el peso varillado por unidad de volumen de una muestra representativa de concreto, que se expresa en kg /m³. Este ensayo sirve para verificar la uniformidad del concreto y comprobar el rendimiento de la mezcla, así como para poder clasificar el concreto como liviano, normal o pesado. Para este ensayo utilizamos el molde empleado para calcular el peso unitario del agregado fino; en este caso, cuando se hace el llenado del recipiente, se pesa, se obtiene el peso neto del concreto fresco y este se divide entre el volumen del recipiente, obteniendo así el peso volumétrico del concreto fresco.

Equipos

- ✓ Molde cilíndrico.
- ✓ Balanza.

Procedimiento

- ✓ Preparar la mezcla de concreto y humedecer el recipiente.

- ✓ Se llena el recipiente en tres capas compactando con 25 golpes distribuidos uniformemente en cada capa. La primera capa debe compactarse con la varilla de 5/8" de diámetro y 60cm de longitud, sin tocar el fondo.
- ✓ En las siguientes capas de concreto la varilla penetrará hasta la capa inferior no más de una pulgada.
- ✓ En cada capa se golpea en los lados del recipiente para eliminar las burbujas de aire atrapadas.
- ✓ Luego de compactado y vibrado de la tercera capa se nivela el nivel superior del recipiente.
- ✓ Se pesa el recipiente con la mezcla de concreto fresco.
- ✓ Formula
- ✓ PC: Peso del concreto neto (peso total - peso del molde).
- ✓ VB: Volumen del molde.

$$Punitario = \frac{PC}{VB}$$

Ecuación 9: Fórmula para el cálculo del peso unitario del concreto

Fuente: Autores de tesis

4.3. Contenido de Aire del concreto NORMA: NTP 339.083

Este ensayo se realizó con el equipo de Olla Washington, para determinar el porcentaje de aire atrapado en la mezcla. Se realizó con dicho molde, llenándose en 3 capas con 25 golpes cada una, finalmente se enraza con la varilla lisa para luego sellarlo con su tapa del molde, en seguida se le inyecta gotas de agua para poder eliminar el aire atrapado y poder determinar el porcentaje de aire en dicha mezcla.

4.4. Temperatura del concreto

Con ayuda del termómetro del laboratorio de concreto, se determinó la temperatura de la mezcla en estado fresco (recién mezclado). Luego de realizar los ensayos al concreto fresco, se realizará el llenado de datos en las siguientes tablas:

Resultado de ensayos en la mezcla de concreto tradicional

Mezcla	Resistencia (Kg/cm ²)	Asentamiento (pulg)	Peso Unitario (Kg/m ³)	Contenido de aire (%)	Temperatura °C
Concreto Tradicional (Patrón)	210				

Tabla 22: Cuadro de ensayos del concreto tradicional en estado fresco

Fuente: Autores de tesis

Resultado de ensayos en la mezcla del concreto con fibras de acero 30kg/m³ más aditivo superplastificante SIKAMENT® TM-190 al 0.80%.

Mezcla	Resistencia (Kg/cm ²)	Asentamiento (pulg)	Peso Unitario (Kg/m ³)	Contenido de aire (%)	Temperatura °C
Concreto con superplastificante al 0.80% más 30kg/m ³ en fibras de acero	210				

Tabla 23: Cuadro de ensayos del concreto con fibroreforzado más aditivo en estado fresco

Fuente: Autores de tesis

c. Del objetivo específico 3.

5. Propiedades mecánicas del concreto en estado Endurecido

5.1. Ensayo a la resistencia a la compresión (NTP 339.034).

El ensayo consiste en aplicar una carga axial en compresión a las probetas cilíndricas y rectangulares a una velocidad tal que se encuentre dentro del rango especificado por la norma antes que la falla ocurra.

Materiales, Herramientas y Equipos

Máquina de compresión, Probetas (cilíndricas), Vernier o regla metálica.

Procedimiento

- ✓ Después de que se hayan elaborado las probetas en los recipientes metálicos de 10 cm de diámetro y 20 cm de alto, con cierto porcentaje de fibras de acero y sin fibras de acero, el ensayo se realiza a tres edades como es a los 7, 14 y 28 días de curado según la norma estipulada.
- ✓ Se toman las medidas de las probetas de concreto con fibras de acero y sin fibras de acero.

- ✓ Se colocan las probetas en la máquina de compresión con ayuda de personal calificado y capacitado.
- ✓ Mediante la observación directa se anota el esfuerzo o carga máxima que recibe la probeta.

Fórmula

$$R_c = \frac{\text{Fuerza}}{\text{área}}$$

Ecuación 10: Fórmulas para el cálculo de resistencia a la compresión

Fuente: Autores de tesis

Donde: R_c : Resistencia a la compresión

F: esfuerzo máximo que resistieron las probetas

A: área de las probetas donde se aplica la carga

Luego realizar los ensayos de compresión a las probetas, a las edades de 7, 14 y 28 días, se realizó el llenado de datos las siguientes tablas:

Cuadro de datos de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de curado

Fecha de muestreo: -/-/-

Fecha de ensayo: -/-/-

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DE CURADO					
Dimensiones	Muestra	Espécimen n°1	Espécimen n°2	Espécimen n°3	Espécimen n°4
	Diámetro (cm)		10.1		
	Área (cm ²)		80.12		
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm ²	Carga (kg)				
	Resistencia (kg/cm ²)				
	Resistencia Promedio (kg/cm ²)				
	Desviación Estándar				
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm ² con fibras de acero al 30kg/m ³ más superplastificante al 0.8%	Carga (kg)				
	Resistencia (kg/cm ²)				
	Resistencia Promedio (kg/cm ²)				
	Desviación Estándar				

Tabla 24: Cuadro para el llenado de datos de resistencia a la compresión a los 7 días

Fuente: Autores de tesis

Cuadro de datos de la resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de curado

Fecha de muestreo: -/-/

Fecha de ensayo: -/-/

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DE CURADO					
Dimensiones	Muestra	Espécimen n°1	Espécimen n°2	Espécimen n°3	Espécimen n°4
	Diámetro (cm)		10.1		
	Área (cm ²)		80.12		
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm ²	Carga (kg)				
	Resistencia (kg/cm ²)				
	Resistencia Promedio (kg/cm ²)				
	Desviación Estándar				
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm ² con fibras de acero al 30kg/m ³ más superplastificante al 0.8%	Carga (kg)				
	Resistencia (kg/cm ²)				
	Resistencia Promedio (kg/cm ²)				
	Desviación Estándar				

Tabla 25: Cuadro para el llenado de datos de resistencia a la compresión a los 14 días
Fuente: Autores de tesis

Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado

Fecha de muestreo: -/-/

Fecha de ensayo: -/-/

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DE CURADO					
Dimensiones	Muestra	Espécimen n°1	Espécimen n°2	Espécimen n°3	Espécimen n°4
	Diámetro (cm)		10.1		
	Área (cm ²)		80.12		
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm ²	Carga (kg)				
	Resistencia (kg/cm ²)				
	Resistencia Promedio (kg/cm ²)				
	Desviación Estándar				
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm ² con fibras de acero al 30kg/m ³ más superplastificante al 0.8%	Carga (kg)				
	Resistencia (kg/cm ²)				
	Resistencia Promedio (kg/cm ²)				
	Desviación Estándar				

Tabla 26: Cuadro para el llenado de datos de resistencia a la compresión a los 28 días
Fuente: Autores de tesis

5.2. Ensayo a la resistencia a la flexión (NTP 339.078).

La resistencia a la flexión es el módulo de rotura (M_r) que consiste en ensayar probetas prismáticas (Vigas) de 15 cm. x 15 cm. x 46.5 cm, apoyado sobre dos soportes separados, y aplicando una carga a los tercios de la luz libre hasta que la falla ocurra.

Se realizaron viguetas para ser ensayadas a los 14 y 28 días, para apreciar el comportamiento de la resistencia del concreto.

Materiales, Herramientas y Equipos.

- ✓ Máquina de compresión
- ✓ Probetas (vigas)
- ✓ Vernier o regla metálica

Procedimiento.

- ✓ Verificar y registrar las dimensiones de las probetas prismáticas (vigas).
- ✓ Colocar en la máquina de ensayo y aplicar la carga a una velocidad constante hasta que se produzca la rotura de la viga.
- ✓ Registrar la carga máxima P de rotura.

Fórmula.

- ✓ Si la fractura inicia en la superficie de tensión, dentro del tercio medio de la longitud entre apoyos, la resistencia a flexión se determina con el módulo de ruptura y se calcula con la siguiente expresión:

$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

Ecuación 11: Fórmula para el cálculo del módulo de rotura 1

Fuente: Autores de tesis

Donde:

M_r = Módulo de Rotura (kg/cm²)

P = Carga Máxima de rotura (kg)

L = Luz libre entre apoyos (cm)

b = Ancho promedio de la probeta (cm)

h = Altura promedio de la probeta (cm)

- ✓ Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por no más de 5%, calcular el módulo de ruptura como sigue:

$$Mr = \frac{3 * P * a}{bh^2}$$

Ecuación 12: Fórmula para el cálculo del módulo de rotura 2

Fuente: Autores de tesis

Donde:

a = distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano medido en la superficie de tensión de la viga (cm)

Luego realizar los ensayos de resistencia a la flexión de las probetas, a las edades de 14 y 28 días, se realizó el llenado de datos las siguientes tablas:

Cuadro de datos de la resistencia a la flexión del concreto a los 14 días de curado

Fecha de muestreo: -/-/-

Fecha de ensayo: -/-/-

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 14 DÍAS DE CURADO					
	Muestra	Espécimen n°1	Espécimen n°2	Espécimen n°3	Espécimen n°4
Dimensiones	Largo promedio (cm)				
	Ancho promedio (cm)				
	Altura promedio (cm)				
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm2	Carga (kg)				
	Resistencia (kg/cm2)				
	Resistencia Promedio (kg/cm2)				
	Desviación Estándar				
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm2 con fibras de acero al 30kg/m3 más superplastificante al 0.8%	Carga (kg)				
	Resistencia (kg/cm2)				
	Resistencia Promedio (kg/cm2)				
	Desviación Estándar				

Tabla 27: Cuadro para el llenado de datos de resistencia a la flexión a los 14 días

Fuente: Autores de tesis

Cuadro de datos de la resistencia a la flexión del concreto a los 28 días de curado

Fecha de muestreo: -/-/-

Fecha de ensayo: -/-/-

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS DE CURADO				
Muestra	Espécimen n°1	Espécimen n°2	Espécimen n°3	Espécimen n°4
Dimensiones	Largo promedio (cm)			
	Ancho promedio (cm)			
	Altura promedio (cm)			
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm²	Carga (kg)			
	Resistencia (kg/cm ²)			
	Resistencia Promedio (kg/cm ²)			
	Desviación Estándar			
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm² con fibras de acero al 30kg/m³ más superplastificante al 0.8%	Carga (kg)			
	Resistencia (kg/cm ²)			
	Resistencia Promedio (kg/cm ²)			
	Desviación Estándar			

Tabla 28: Cuadro para el llenado de datos de resistencia a la flexión a los 28 días
Fuente: Autores de tesis

5.3. Módulo de elasticidad del concreto

El módulo de elasticidad, definido por la ecuación $E = \text{esfuerzo} / \text{deformación}$ es una medida de la rigidez, o sea la resistencia del concreto a la deformación. El concreto no es un material verdaderamente elástico, pero el concreto que ha endurecido por completo y se ha cargado en forma moderada tiene una curva de esfuerzo de compresión- deformación que, en esencia, es una recta dentro del rango de los esfuerzos usuales de trabajo.

El módulo de elasticidad del acero es 10 veces mayor que el del hormigón, su adherencia y deformación en rotura son bastante buenas. Una propiedad que se ha comprobado es su esbeltez.

Existe un gran número de normas que establecen las condiciones de ensayo y parámetros para evaluar y cuantificar el efecto de la incorporación de fibras en el hormigón, debido a que su resistencia al adicionar fibras no disminuye bruscamente a partir del inicio de la

fisuración, conduciendo a una disipación progresiva de la energía durante el proceso de rotura. La tenacidad del material se puede definir como el parámetro que cuantifica esta capacidad de absorción de energía. Si bien la tenacidad como tal, no es usual que se utilice directamente como parámetro de cálculo, su caracterización es fundamental para representar el efecto de la incorporación de fibras en el hormigón (Silva, 2014).

En el siguiente Gráfico representa el comportamiento particular del hormigón a cargas de flexotracción, en donde se observa el resultado que se puede lograr con la presencia de diversas concentraciones de fibras, reflejado por las curvas carga – deflexión.

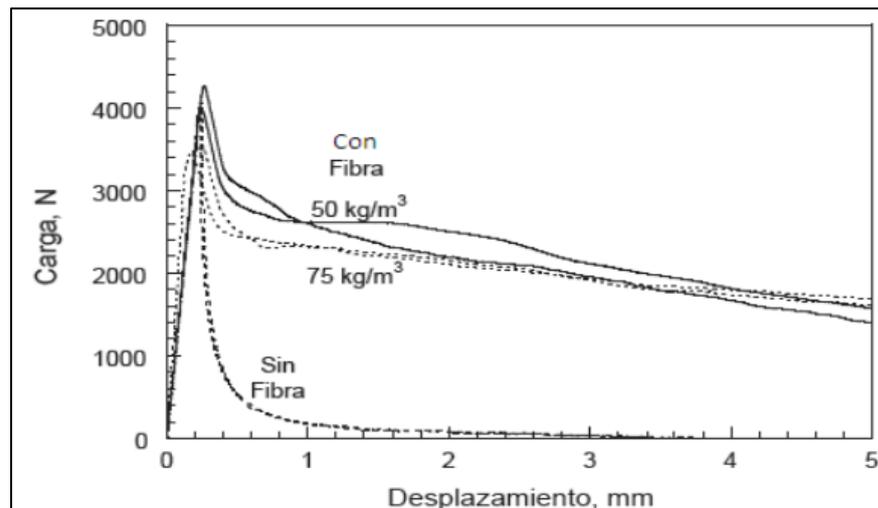


Figura 11: Carga vs deformación

Fuente: Comportamiento mecánico del hormigón reforzado con fibras de acero (Silva, 2014).

El control de proyectos de edificación típicos, con un seguimiento de número estadístico de población de análisis o instrumentaciones sobre placas y muros en sistemas de construcción semi-industrializados, los parámetros estadísticos arrojan variaciones de hasta un 6.9% en los valores estimados del módulo de elasticidad del concreto a 3 días en función de la resistencia temprana a compresión, haciendo uso de las correlaciones establecidas en la NSR-98,

determinada por el método de la madurez, generando una incertidumbre considerable en el comportamiento del concreto colocado en los elementos estructurales, específicamente en las deformaciones tempranas que se pueden presentar en placas. (Quimbay, 2012)

En esta investigación para determinar el módulo de elasticidad de la adición de fibras de acero y aditivo superplastificante en el concreto se empleará la siguiente fórmula de la NTP E. 0.60 de concreto armado:

$$E_c = 15000\sqrt{f'c} \text{ (en Kg/cm}^2\text{)}$$

Ecuación 13: Fórmula para el cálculo del módulo elasticidad más usado

Fuente: Autores de tesis

Determinación del módulo de elasticidad

Luego de obtener los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto, se determinará el módulo de elasticidad según la siguiente tabla y se realizará las gráficas con su respectivo análisis:

MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO A LOS 7,14 y 28 DÍAS DE CURADO					
Muestra	Descripción	Espécimen n°1	Espécimen n°2	Espécimen n°3	Espécimen n°4
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm²	Resistencia (kg/cm ²)				
	Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)				
	Módulo de Elasticidad Promedio (kg/cm²)				
	Desviación Estándar				
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm² con fibras de acero al 30kg/m³ más superplastificante al 0.8%	Resistencia (kg/cm ²)				
	Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)				
	Módulo de Elasticidad Promedio (kg/cm²)				
	Desviación Estándar				

Tabla 29: Cuadro para llenado de datos del módulo de elasticidad del concreto.

Fuente: Autores de tesis

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Ensayo granulométrico del Agregado Fino.

Material: Agregado Fino

Procedencia: Cantera Quebrada el León – El Milagro – Huanchaco.

Fecha de ensayo: 06/02/2021

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)	
						Mínimo	Máximo
3/8"	9.500	0.0	0.00	0.0	100.0	100	100
N°4	4.750	10.2	1.10	1.1	98.9	95	100
N°8	2.360	107.4	11.2	12.3	87.8	80	100
N°16	1.180	164.6	17.2	29.6	70.5	50	85
N°30	0.600	254.1	26.6	56.1	43.9	25	60
N°50	0.300	210.0	22.0	78.1	21.9	5	30
N°100	0.150	128.8	13.5	91.6	8.4	0	10
N°200	0.075	56.2	5.9	97.5	2.6	0	5
Fondo	-	24.7	2.6	100.0	0.0		
		956.0	100.0				

Módulo de Finura: 2.69

Tabla 30: Ensayo granulométrico del agregado fino.

Fuente: Autores de tesis

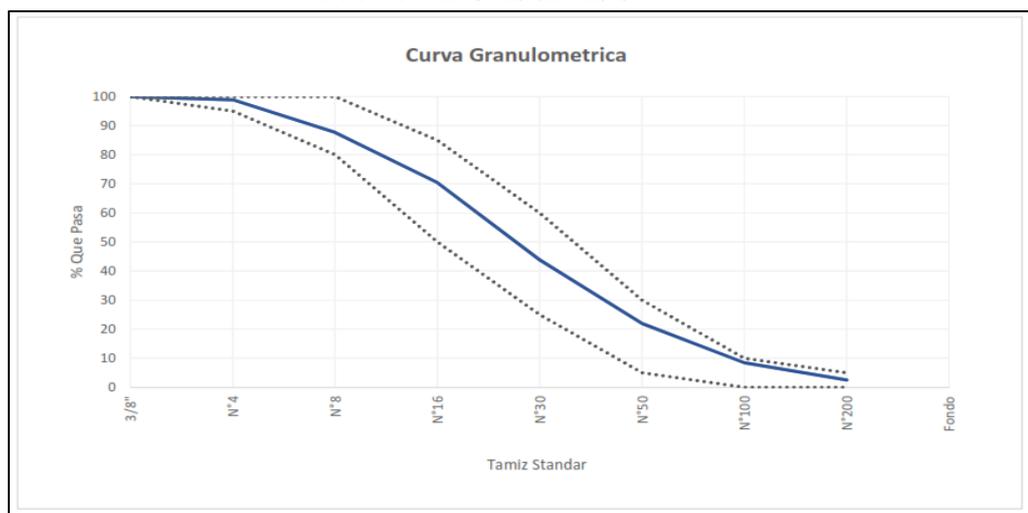


Figura 12: Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Autores de tesis

3.2. Ensayo granulométrico del Agregado Grueso.

Material: Agregado Grueso

Procedencia: Cantera Quebrada el León – El Milagro – Huanchaco.

Fecha de ensayo: 06/02/2021

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)	
						Mínimo	Máximo
2"	50.00						
1 ½"	37.50						
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
¾"	19.00	280	4.7	4.7	95.3	90	100
½"	12.50	3355	56.8	61.5	38.5	20	55
3/8"	9.50	1294	21.9	83.4	16.6	0.0	15
N°4	4.75	892	15.1	98.5	1.5	0.0	5
N°8	2.36	44	0.7	99.2	0.8		
N°16	1.18	0.0	0.0	99.2	0.8		
Fondo	-	46	0.8	100.0	0.0		
		956.0	100.0				

Tabla 31: Ensayo granulométrico del agregado grueso

Fuente: Autores de tesis

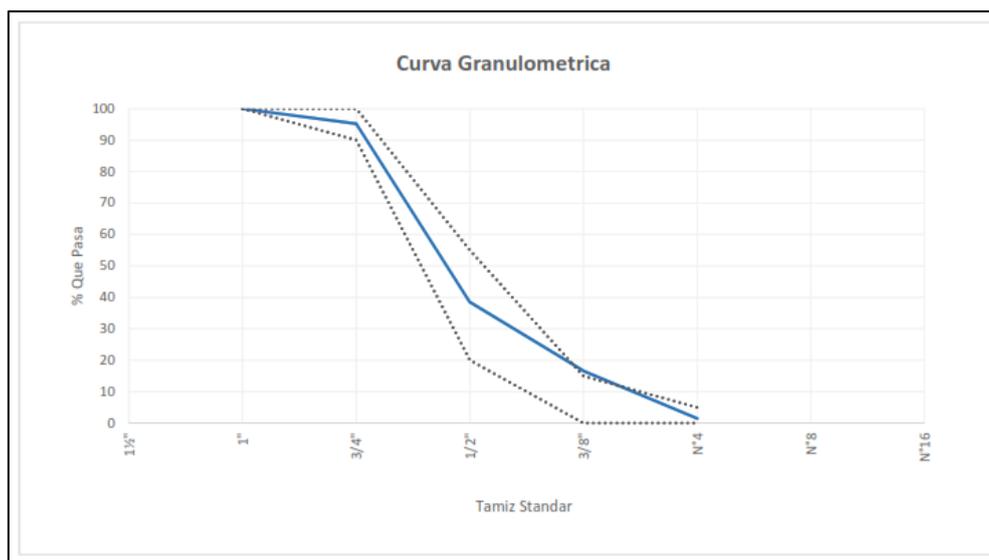


Figura 13: Curva granulométrica del agregado grueso

Fuente: Autores de tesis

Tamaño Máximo Nominal: $\frac{3}{4}$ ”

Módulo de Finura: 6.85

Contenido de Finura: 0.4%

3.3. Ensayo peso específico y absorción del agregado fino.

Material: Agregado Fino

Procedencia: Cantera Quebrada el León – El Milagro – Huanchaco.

Fecha de ensayo: 06/02/2021

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	502.0	502.5	
Peso del picnómetro lleno de agua	gr	1420.4	1423.7	
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr	1738.1	1742.9	
Peso de la muestra en estado SSS	gr	507.3	507.7	
Peso específico base seca	gr/cm ³	2.65	2.67	2.66
Peso específico base SSS	gr/cm ³	2.68	2.69	2.69
Absorción	%	1.1	1.0	1.1

Tabla 32: Ensayo peso específico y absorción del agregado fino

Fuente: Autores de tesis

3.4. Ensayo peso específico y absorción del agregado grueso.

Material: Agregado Grueso – Piedra Chancada $\frac{3}{4}$ ”

Procedencia: Cantera Quebrada el León – El Milagro – Huanchaco.

Fecha de ensayo: 06/02/2021

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	2568	2261	
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr	2592	2284	
Peso de la muestra	gr	1642	1441	
Peso unitario suelto	gr/cm ³	2.70	2.68	2.69
Peso específico base SSS	gr/cm ³	2.73	2.71	2.72
Absorción	%	0.9	1.0	1.0

Tabla 33: Ensayo peso específico y absorción del agregado grueso

Fuente: Autores de tesis

3.5. Ensayo peso unitario suelto y compactado del agregado fino.

Material: Agregado Fino

Procedencia: Cantera Quebrada el León – El Milagro – Huanchaco.

Fecha de ensayo: 06/02/2021

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	14.644	14.588	14.613	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	16.062	15.935	16.050	
Peso de recipiente	kg	3.525	3.525	3.525	
Peso de muestra en estado suelto	kg	11.119	11.063	11.088	
Peso de muestra en estado compactado	kg	12.537	12.410	12.525	
Volumen del recipiente	m ³	0.0070	0.0070	0.0070	
Peso unitario suelto	kg/m ³	1588	1580	1584	1584
Peso unitario compactado	Kg/m ³	1791	1773	1789	1784

Tabla 34: Ensayo peso unitario suelto y compactado del agregado fino

Fuente: Autores de tesis

3.6. Ensayo peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.

Material: Agregado Grueso – Piedra Chancada $\frac{3}{4}$ ”

Procedencia: Cantera Quebrada el León – El Milagro – Huanchaco.

Fecha de ensayo: 06/02/2021

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	16.766	16.730	16.752	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	17.895	18.045	17.980	
Peso de recipiente	kg	6.860	6.860	6.860	
Peso de muestra en estado suelto	kg	9.906	9.870	9.892	
Peso de muestra en estado compactado	kg	11.035	11.185	11.120	
Volumen del recipiente	m ³	0.0070	0.0070	0.0070	
Peso unitario suelto	kg/m ³	1415	1410	1413	1413
Peso unitario compactado	Kg/m ³	1576	1598	1589	1588

Tabla 35: Ensayo peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

Fuente: Autores de tesis

3.7. Ensayo contenido de humedad del agregado fino.

Material: Agregado Fino

Procedencia: Cantera Quebrada el León – El Milagro – Huanchaco.

Fecha de ensayo: 05/02/2021

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	263.1	258.3	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	1320.6	1300.8	
Peso recipiente + muestra seca	gr	1315.5	1297.0	
Peso de muestra húmeda	gr	1057.5	1042.5	
Peso de muestra seca	gr	1052.4	1038.7	
Peso de agua	gr	5.1	3.5	
Contenido de humedad	%	0.5	0.4	0.5

Tabla 36: Ensayo del contenido de humedad del agregado fino

Fuente: Autores de tesis

3.8. Ensayo contenido de humedad del agregado grueso.

Material: Agregado Fino

Procedencia: Cantera Quebrada el León – El Milagro – Huanchaco.

Fecha de ensayo: 05/02/2021

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	311	118	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	3457	2843	
Peso recipiente + muestra seca	gr	3440	2834	
Peso de muestra húmeda	gr	3146	2725	
Peso de muestra seca	gr	3129	2716	
Peso de agua	gr	17	9	
Contenido de humedad	%	0.5	0.3	0.4

Tabla 37: Ensayo del contenido de humedad del agregado grueso

Fuente: Autores de tesis

3.9. Ensayos a la mezcla del concreto en estado fresco

Al momento de realizar la mezcla de concreto tradicional y concreto con fibras de acero 30kg/m³ más aditivo superplastificante SIKAMENT® TM-190 al 0.80%. Se determinó los ensayos de asentamiento, peso unitario, contenido de aire y la temperatura de dichas mezclas.

3.9.1. Resultado de ensayos en la mezcla de concreto tradicional

Mezcla	Resistencia (Kg/cm ²)	Asentamiento (pulg)	Peso Unitario (Kg/m ³)	Contenido de aire (%)	Temperatura °C
Concreto Tradicional (Patrón)	210	4.5	2399.55	1.15	31.2°

Tabla 38: Ensayos del concreto tradicional en estado fresco

Fuente: Autores de tesis

3.9.2. Resultado de ensayos en la mezcla del concreto con fibras de acero 30kg/m³ más aditivo superplastificante SIKAMENT® TM-190 al 0.80%.

Mezcla	Resistencia (Kg/cm ²)	Asentamiento (pulg)	Peso Unitario (Kg/m ³)	Contenido de aire (%)	Temperatura °C
Concreto con superplastificante al 0.80% más 30kg/m ³ en fibras de acero	210	7	2416.28	0.58	30.2°

Tabla 39: Ensayos del concreto con fibroreforzado más aditivo en estado fresco

Fuente: Autores de tesis

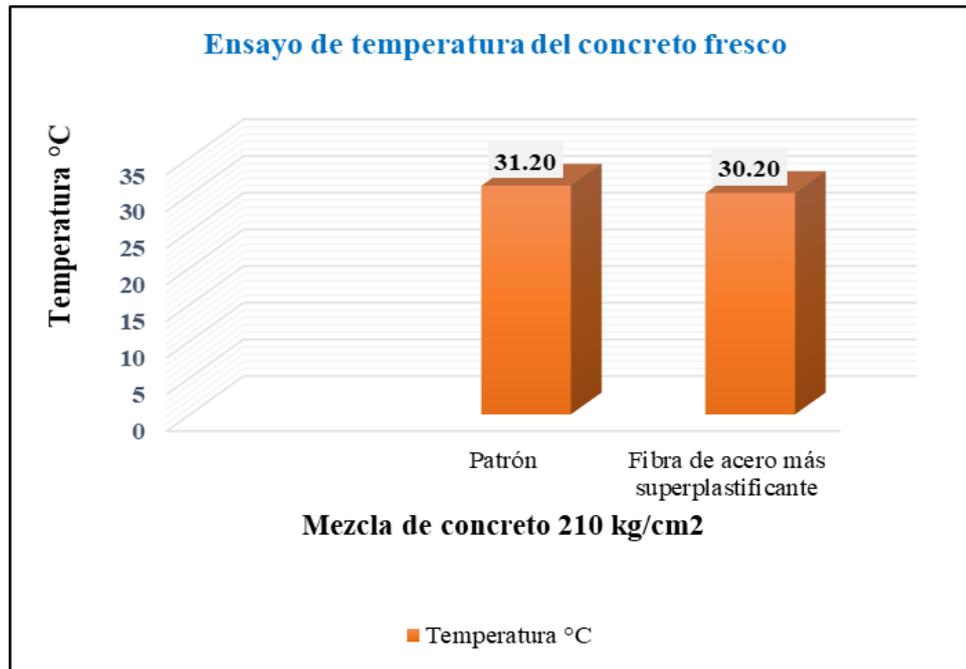


Figura 14: Ensayo de temperatura del concreto fresco
Fuente: Autores de tesis

En la figura n° 12: Se determinó la temperatura de acuerdo con el tiempo y el clima en la ciudad de Trujillo, para la mezcla del concreto tradicional y concreto fibroreforzado.

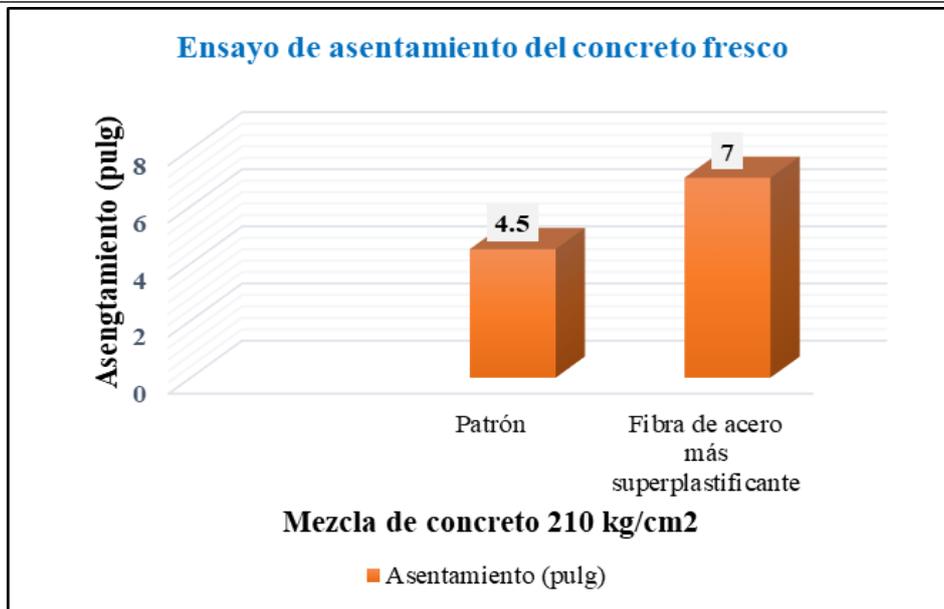


Figura 15: Ensayo de asentamiento del concreto fresco
Fuente: Autores de tesis

En la figura n° 13: Se determinó que el asentamiento máximo de 7” se da con la mezcla del concreto con fibras de acero al 30kg/m³ más la adición de aditivo superplastificante en 0.80%, pues influye en la trabajabilidad del concreto con una mezcla más fluida.

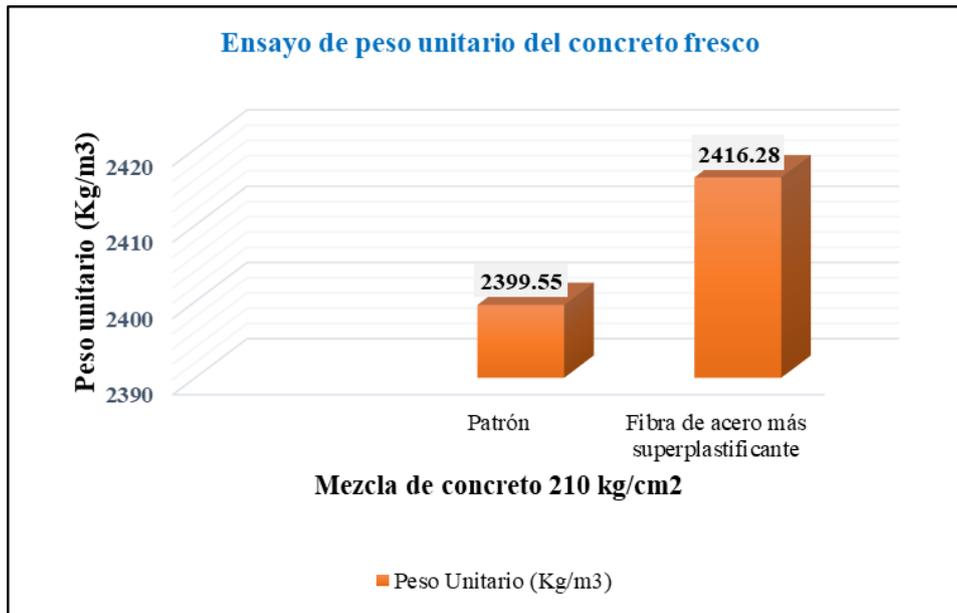


Figura 16: Ensayo de peso unitario del concreto fresco
Fuente: Autores de tesis

En la figura n°14: Se determinó que el peso unitario del concreto con fibras de acero más superplastificante en 0.80%, es mayor al concreto tradicional, debido a que el aporte de las fibras de acero y aditivo hacen que la mezcla sea más compacta y pesada eliminado sus vacíos.

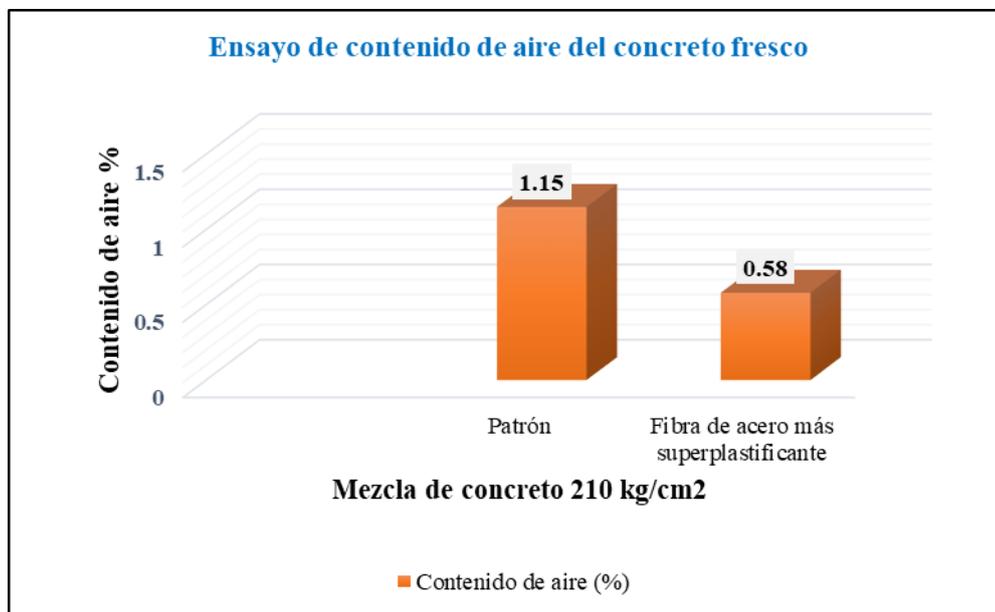


Figura 17: Ensayo de contenido de aire del concreto fresco
Fuente: Autores de tesis

En la figura n°14: Se determinó que el porcentaje de aire disminuye con el mezclado de concreto con fibras de acero más aditivo superplastificante, debido a que la mezcla es más fluida y eso genera que tenga menos aire atrapado.

3.10. Ensayos del concreto en estado endurecido

Luego del curado de 28 días para el concreto tradicional y concreto con fibras de acero más superplastificante, se realizó la rotura de probetas cilíndricas (12 patrón más 12 fibroreforzadas) y prismáticas (6 patrón más 6 fibroreforzadas). Las cilíndricas se realizaron a las edades de 7, 14 y 28 días (4 especímenes según cada edad de ensayo), y las probetas prismáticas, Las prismáticas se realizaron a las edades de 14 y 28 días (3 especímenes según cada edad de ensayo). **Resultados del objetivo específico 1:**

3.10.1. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de curado

Fecha de muestreo: 16/02/2021

Fecha de ensayo: 23/02/2021

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DE CURADO					
Dimensiones	Muestra	Especímen n°1	Especímen n°2	Especímen n°3	Especímen n°4
	Diámetro (cm)		10.1		
	Área (cm ²)		80.12		
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm²	Carga (kg)	19452	19657	19846	20748
	Resistencia (kg/cm ²)	243	245	248	259
	Resistencia Promedio (kg/cm ²)		249		
	Desviación Estándar		7		
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm² con fibras de acero al 30kg/m³ más superplastificante al 0.8%	Carga (kg)	21509	21789	22019	22175
	Resistencia (kg/cm ²)	268	272	275	277
	Resistencia Promedio (kg/cm ²)		273		
	Desviación Estándar		4		

Tabla 40: Resultado de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de curado.

Fuente: Autores de tesis

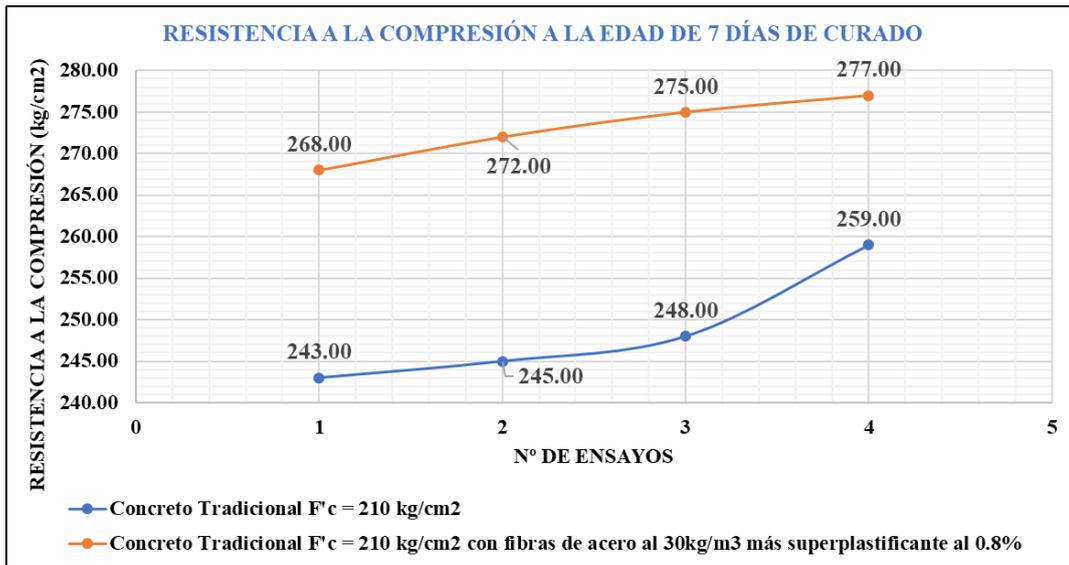


Figura 18: Gráfico de resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de curado.

Fuente: Autores de tesis

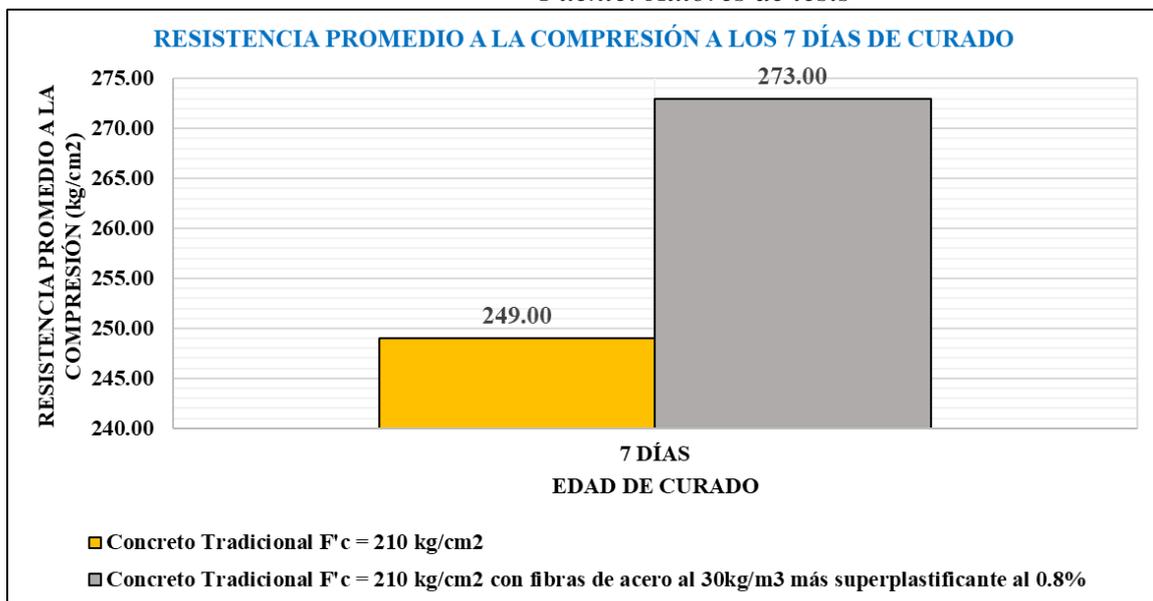


Figura 19: Gráfico de resistencia a la compresión promedio del concreto a los 7 días de curado.

Fuente: Autores de tesis

En la figura n°17: Se determinó que la resistencia a la compresión del concreto tradicional F'c = 210 kg/cm2 con fibras de acero al 30kg/m3 más superplastificante al 0.8%, es **9.64%** mayor al concreto tradicional. Debido a la presencia de fibras de acero y superplastificante en la mezcla.

3.10.2. Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de curado

Fecha de muestreo: 16/02/2021

Fecha de ensayo: 02/03/2021

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DE CURADO					
Dimensiones	Muestra	Espécimen n°1	Espécimen n°2	Espécimen n°3	Espécimen n°4
	Diámetro (cm)	10.1			
	Área (cm ²)	80.12			
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm ²	Carga (kg)	23400	23829	23836	24082
	Resistencia (kg/cm ²)	292	297	298	301
	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	297			
	Desviación Estándar	4			
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm ² con fibras de acero al 30kg/m ³ más superplastificante al 0.8%	Carga (kg)	25602	25909	26148	26433
	Resistencia (kg/cm ²)	320	323	326	330
	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	325			
	Desviación Estándar	4			

Tabla 41: Resultado de la resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de curado.

Fuente: Autores de tesis

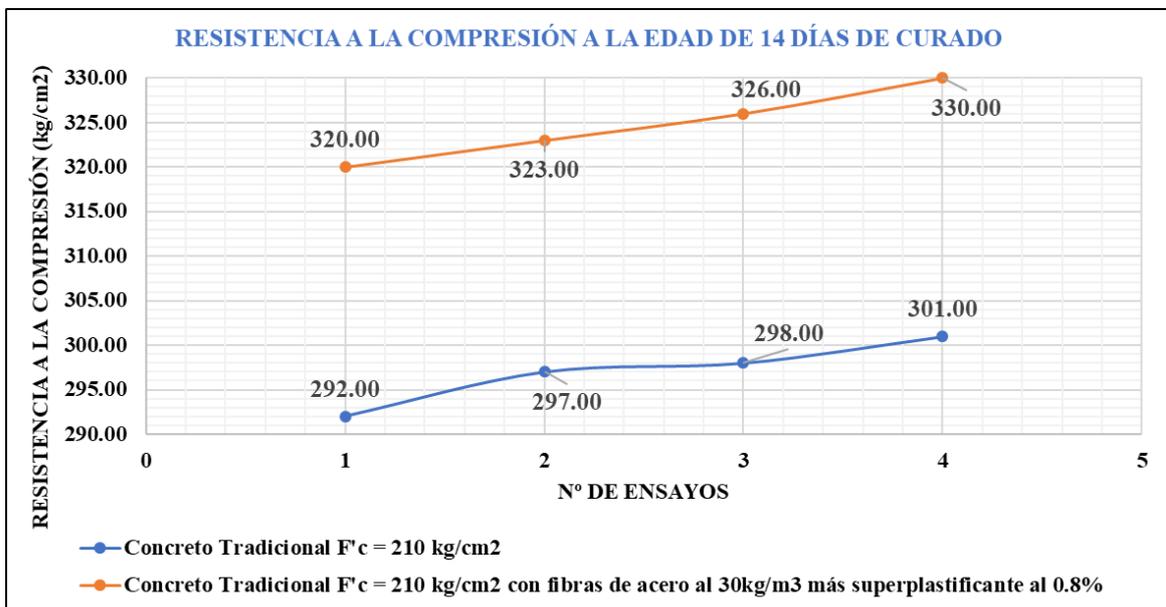


Figura 20: Gráfico de resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de curado.

Fuente: Autores de tesis

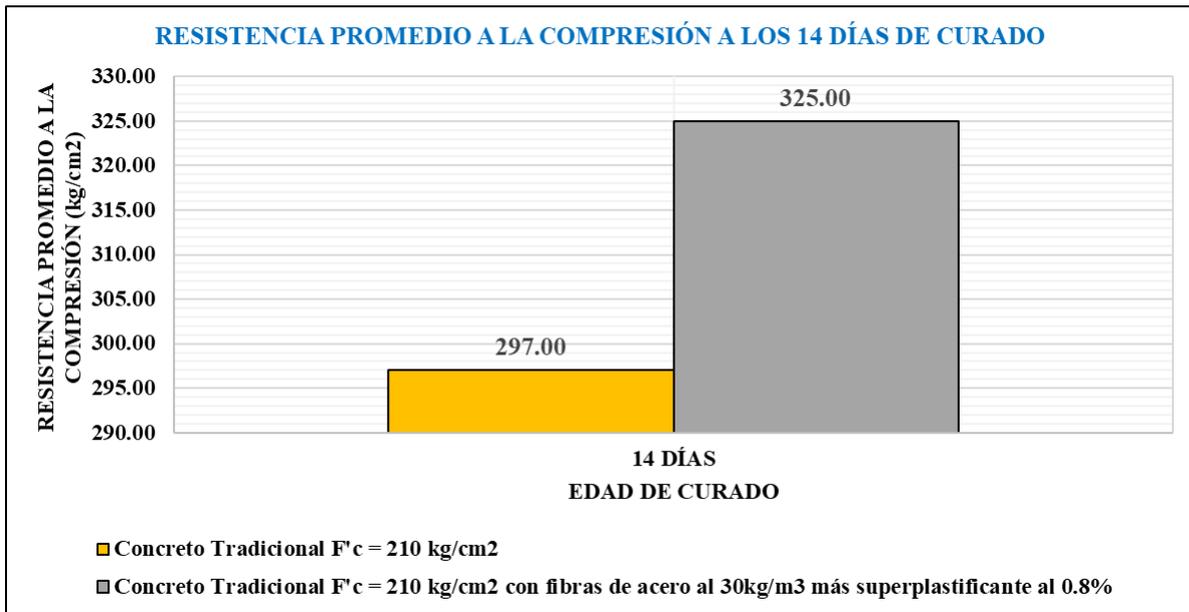


Figura 21: Gráfico de resistencia a la compresión promedio del concreto a los 14 días de curado.

Fuente: Autores de tesis

En la figura n°19: Se determinó que la resistencia a la compresión del concreto tradicional F'c = 210 kg/cm² con fibras de acero al 30kg/m³ más superplastificante al 0.8%, es **9.43%** mayor al concreto tradicional. Se puede apreciar que sigue en un aumento constante según los días de curado.

3.10.3. Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado

Fecha de muestreo: 16/02/2021

Fecha de ensayo: 16/03/2021

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DE CURADO					
Dimensiones	Muestra	espécimen n°1	espécimen n°2	espécimen n°3	espécimen n°4
	Diámetro (cm)		10.1		
	Área (cm ²)		80.12		
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm²	Carga (kg)	26879	27404	27641	28104
	Resistencia (kg/cm ²)	335	342	345	351
	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	343			
	Desviación Estándar	7			
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm² con fibras de acero al 30kg/m³ más superplastificante al 0.8%	Carga (kg)	28426	28622	29244	30587
	Resistencia (kg/cm ²)	355	357	365	382
	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	365			
	Desviación Estándar	12			

Tabla 42: Resultados de la resistencia a la flexión a los 28 días de curado

Fuente: Autores de tesis

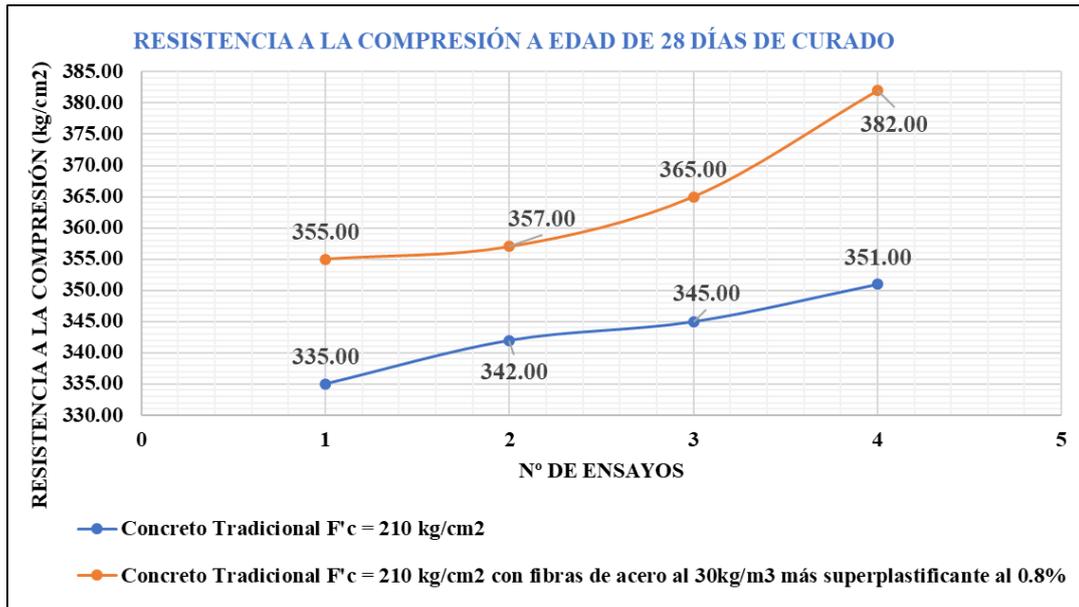


Figura 22: Gráfico de resistencia a la flexión del concreto a los 28 días de curado.

Fuente: Autores de tesis

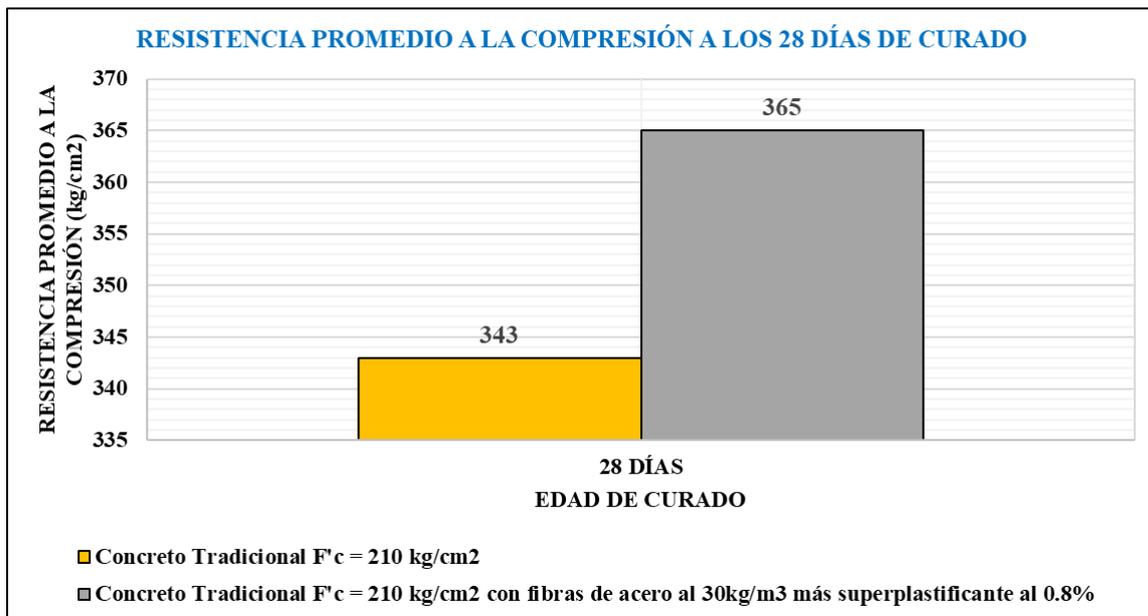


Figura 23: Gráfico de resistencia a la flexión promedio del concreto a los 28 días de curado.

Fuente: Autores de tesis

En la figura n°21: Se determinó que la resistencia a la compresión del concreto tradicional F'c = 210 kg/cm² con fibras de acero al 30kg/m³ más superplastificante al 0.8%, es **6.41%** mayor al concreto Tradicional, a la edad en 28 días de curado.

Discusión de resultados de ensayos a la resistencia a compresión:

Según CASTAÑEDA, 2018 en su tesis “Influencia de la adición de fibra de acero y plastificante en la resistencia a la compresión del concreto convencional, Trujillo – 2018”; 2018, Para una edad de curado de 28 días; una resistencia a la compresión promedio de 220.40 kg/cm² para el concreto patrón, una resistencia promedio de 230.60 kg/cm² para el concreto con adición de 20 kg/m³ de fibra de acero; y una resistencia promedio de 238.90 kg/cm² para el concreto con adición de 40 kg/m³ de fibra de acero.

Según los resultados en nuestra tesis los resultados muestran que a los 28 días de curado el concreto tradicional alcanzó una resistencia a la compresión de 343 kg/cm², mientras que el concreto con fibras de acero al 30 kg/m³ más superplastificante al 0.80% incrementó a una resistencia promedio de 364.75 kg/cm².

3.10.4. Para el objetivo específico 2: Ensayo de la resistencia a la flexión del concreto a los 14 días de curado

Fecha de muestreo: 16/02/2021

Fecha de ensayo: 02/03/2021

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 14 DÍAS DE CURADO				
	Muestra	Espécimen n°1	Espécimen n°2	Espécimen n°3
Dimensiones	Largo promedio (cm)	46.5	46.5	46.5
	Ancho promedio (cm)	15.6	15.5	15.6
	Altura promedio (cm)	15.5	15.7	15.5
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm²	Carga (kg)	3381	3542	3650
	Resistencia (kg/cm²)	41.90	43.90	44.40
	Resistencia Promedio (kg/cm ²)		43.40	
	Desviación Estándar		1.08	
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm² con fibras de acero al 30kg/m³ más superplastificante al 0.8%	Carga (kg)	3786	3864	3920
	Resistencia (kg/cm²)	47.30	47.60	48.00
	Resistencia Promedio (kg/cm ²)		47.63	
	Desviación Estándar		0.287	

Tabla 43: Resultados de la resistencia a la flexión a los 14 días de curado

Fuente: Autores de tesis

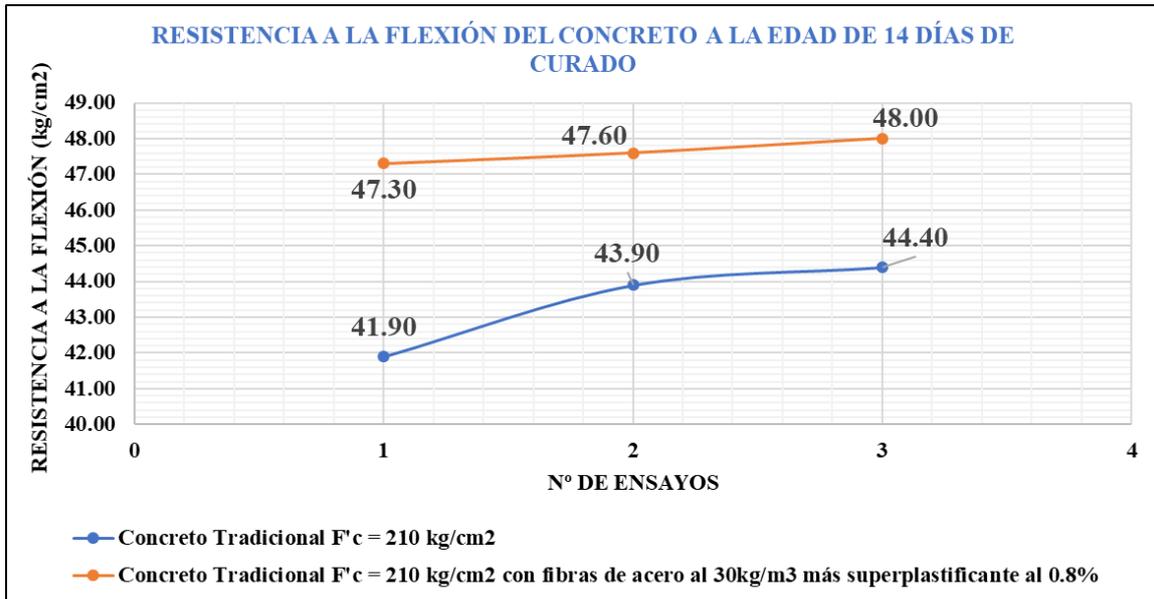


Figura 24: Gráfico de resistencia a la flexión del concreto a los 14 días de curado.

Fuente: Autores de tesis

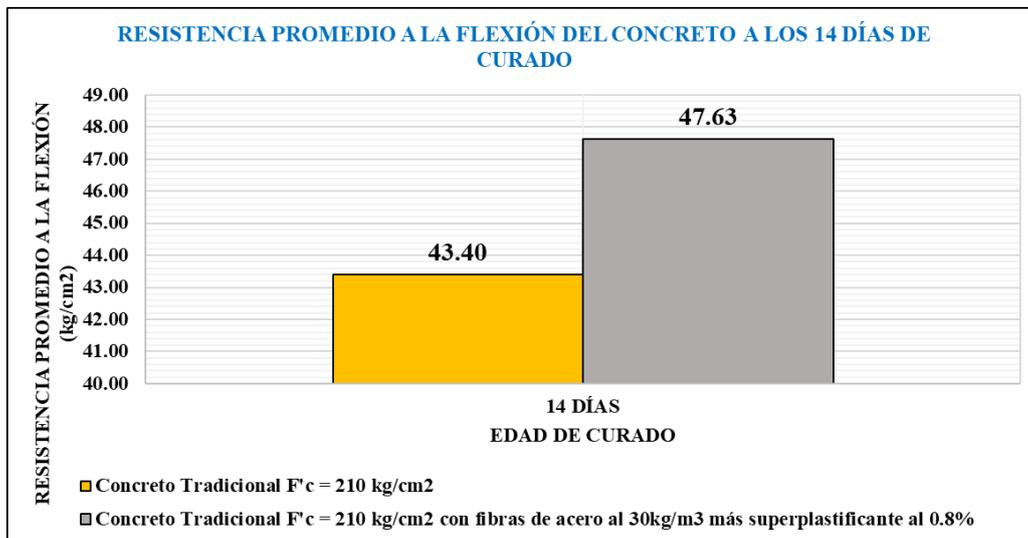


Figura 25: Gráfico de resistencia a la flexión promedio del concreto a los 14 días de curado.

Fuente: Autores de tesis

En la figura n°23: Se determinó que la resistencia a la flexión del concreto tradicional F'c = 210 kg/cm² con fibras de acero al 30kg/m³ más superplastificante al 0.8%, es **9.75%** mayor al concreto tradicional. Ya que los insumos adicionados al concreto hacen que incremente su resistencia.

3.10.5. Ensayo de la resistencia a la flexión del concreto a los 28 días de curado

Fecha de muestreo: 16/02/2021

Fecha de ensayo: 16/03/2021

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS DE CURADO				
Dimensiones	Muestra	Espécimen n°1	Espécimen n°2	Espécimen n°3
	Largo promedio (cm)	46.5	46.5	46.5
	Ancho promedio (cm)	15.7	15.5	15.5
	Altura promedio (cm)	15.6	15.5	15.5
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm ²	Carga (kg)	3902	3841	3932
	Resistencia (kg/cm²)	47.50	48.00	49.10
	Resistencia Promedio (kg/cm ²)		48.20	
	Desviación Estándar		0.67	
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm ² con fibras de acero al 30kg/m ³ más superplastificante al 0.8%	Carga (kg)	4145	4210	4185
	Resistencia (kg/cm²)	51.10	51.20	51.30
	Resistencia Promedio (kg/cm ²)		51.20	
	Desviación Estándar		0.082	

Tabla 44: Resultados de la resistencia a la flexión a los 28 días de curado

Fuente: Autores de tesis

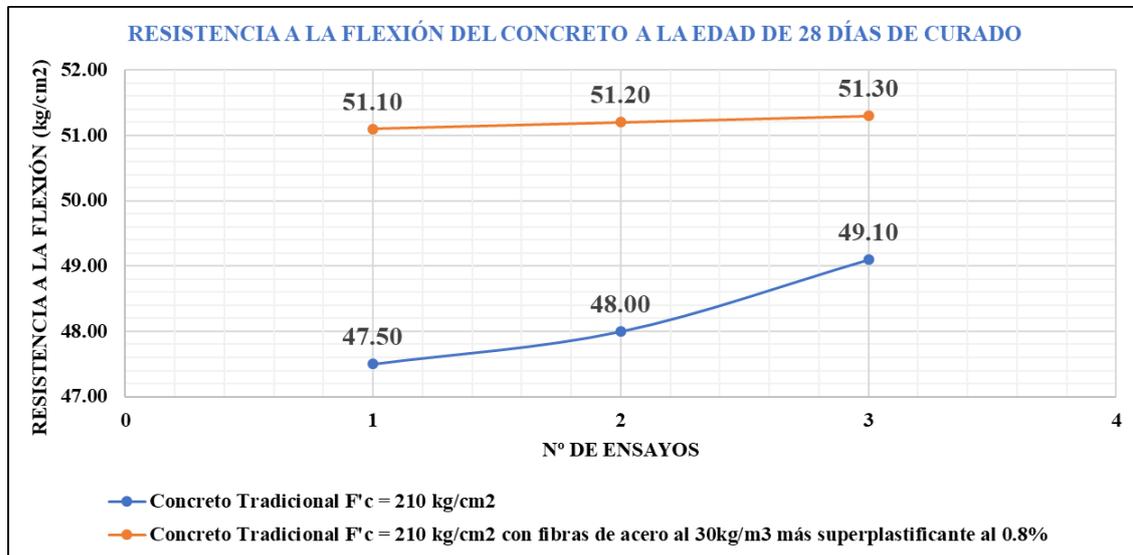


Figura 26: Gráfico de resistencia a la flexión promedio del concreto a los 28 días de curado.

Fuente: Autores de tesis

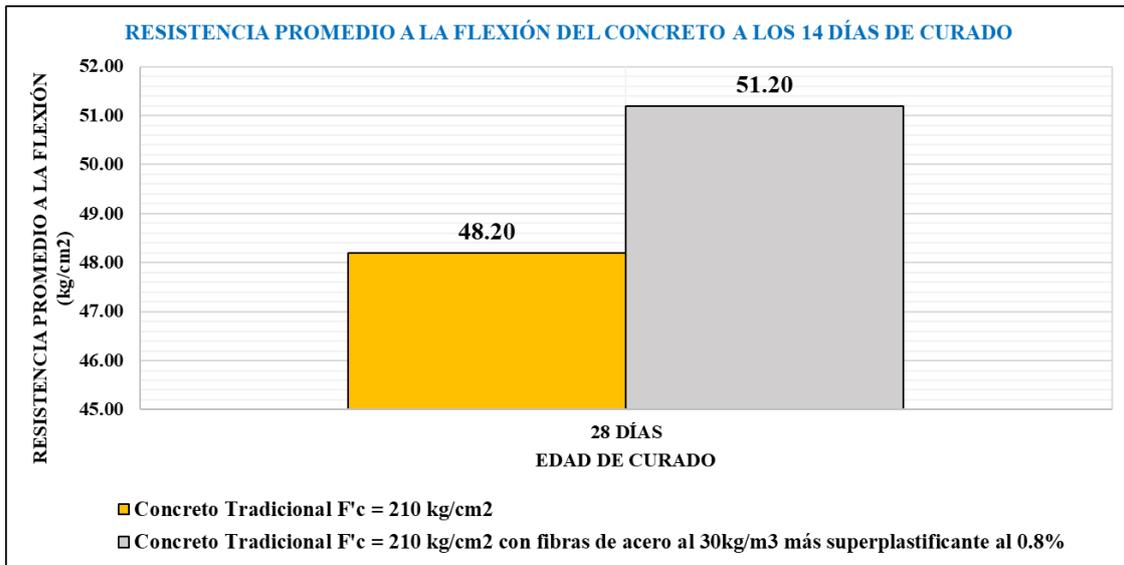


Figura 27: Gráfico de resistencia a la flexión promedio del concreto a los 28 días de curado.

Fuente: Autores de tesis

En la figura n°25: Se determinó que la resistencia a la flexión del concreto tradicional F'c = 210 kg/cm² con fibras de acero al 30kg/m³ más superplastificante al 0.8%, es **6.22%** mayor al concreto tradicional. Ya que los insumos adicionados al concreto hacen que incremente su resistencia.

Discusión de resultados de ensayos a la resistencia a flexión:

Según PAJARES, ZAMORA, 2019 en su tesis “Análisis comparativo de agregados liso y perfilado con aditivo sikament®tm-140 en el diseño de concreto alta resistencia, Lambayeque”; 2019, se pudo observar que el ensayo a flexión del concreto con agregado perfilado para una resistencia de diseño de 500 kg/cm² a los 28 días+ 0.70% de aditivo Sikament TM-140 alcanzó un módulo de rotura de 93 kg/cm², y con agregado liso a los 28 días+ 0.70% de aditivo Sikament TM-140 alcanzó un módulo de rotura de 91 kg/cm².

Según los resultados en nuestra tesis los resultados muestran que a los 28 días de curado el concreto tradicional alcanzó una resistencia a la flexión de 48.20 kg/cm², mientras que el concreto con fibras de acero al 30 kg/m³ más superplastificante al 0.80% incrementó a una resistencia promedio de 51.20 kg/cm².

3.10.6. Para el objetivo específico 3: Módulo de elasticidad del concreto

En este apartado se obtuvo los resultados del módulo de elasticidad según la norma peruana vigente E.060 $EC = 15000\sqrt{f'c}$ ($\frac{kg}{cm^2}$) y el módulo de elasticidad promedio según las edades de curado en el concreto.

El módulo de elasticidad se estima que sea mayor o igual a $E_c = 217370.6512 \text{ kg/cm}^2$, ya que la resistencia sé que usó fue de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en esta investigación. El módulo de elasticidad es aplicable para diversas funciones, como puede ser en una obra cuando una roca es el soporte para otras estructuras (los cimientos), para comparar el resultado entre distintos materiales o para medir la rigidez de un material sólido. En nuestro estudio es aplicable para el uso en la caracterización del concreto que actúa en el diseño estructural de los elementos estructurales de las viviendas.

Luego de obtener los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto, se determinó el módulo de elasticidad los **resultados del objetivo específico 3**, en la siguiente tabla:

MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO A LOS 7 DÍAS DE CURADO					
Muestra	Descripción	Espécimen n°1	Espécimen n°2	Espécimen n°3	Espécimen n°4
Concreto Tradicional $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Resistencia (kg/cm ²)	243	245	248	259
	Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)	233826.8590	234787.1376	236220.2362	241402.1541
	Módulo de Elasticidad Promedio (kg/cm²)	236559.0967			
	Desviación Estándar	3375			
Concreto Tradicional $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con fibras de acero al 30kg/m ³ más superplastificante al 0.8%	Resistencia (kg/cm ²)	268	272	275	277
	Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)	245560.5832	247386.3375	248746.8593	249649.7547
	Módulo de Elasticidad Promedio (kg/cm²)	247835.8837			
	Desviación Estándar	1779			

Tabla 45: Resultados del módulo de elasticidad del concreto a los 7 días de curado

Fuente: Autores de tesis

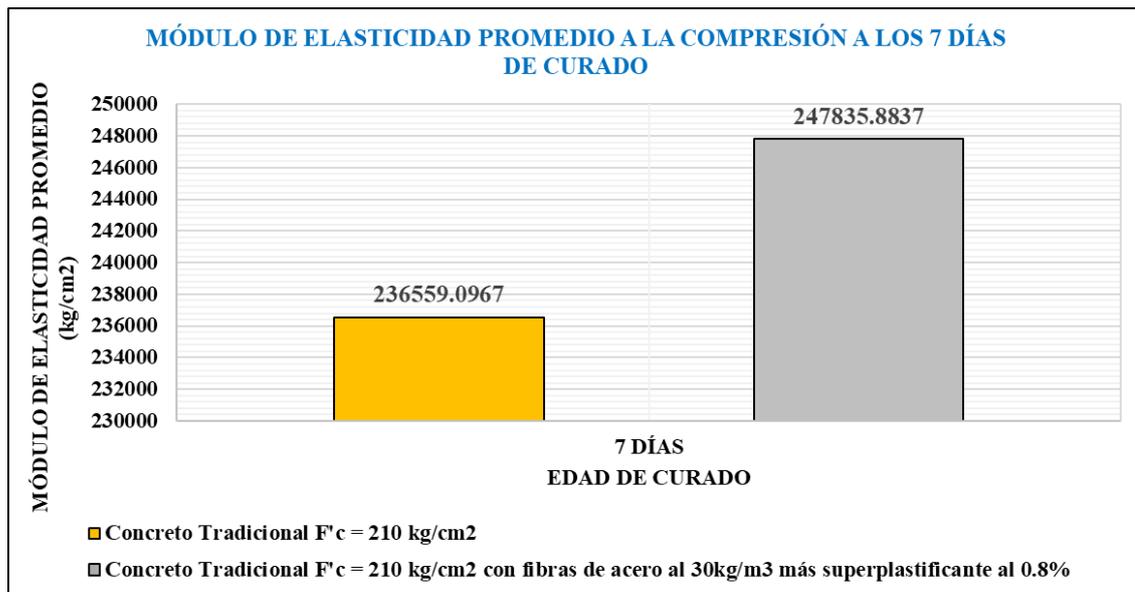


Figura 28: Gráfico del módulo de elasticidad promedio a 7 días de curado.

Fuente: Autores de tesis

En la figura n°26: Se determinó el módulo de elasticidad del concreto F'c = 210 kg/cm² con fibras de acero al 30kg/m³ más superplastificante al 0.8%, es **4.77%** mayor al concreto tradicional. Ya que los insumos adicionados al concreto hacen que incremente su resistencia.

MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO A LOS 14 DÍAS DE CURADO					
Muestra	Descripción	Espécimen n°1	Espécimen n°2	Espécimen n°3	Espécimen n°4
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm ²	Resistencia (kg/cm ²)	292	297	298	301
	Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)	256320.1124	258505.3191	258940.1475	260240.2736
	Módulo de Elasticidad Promedio (kg/cm²)	258501.4631			
	Desviación Estándar	1630			
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm ² con fibras de acero al 30kg/m ³ más superplastificante al 0.8%	Resistencia (kg/cm ²)	320	323	326	330
	Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)	268328.1573	269583.0113	270832.0513	272488.5319
	Módulo de Elasticidad Promedio (kg/cm²)	270307.9379			
	Desviación Estándar	1777			

Tabla 46: Resultados del módulo de elasticidad del concreto a los 14 días de curado

Fuente: Autores de tesis

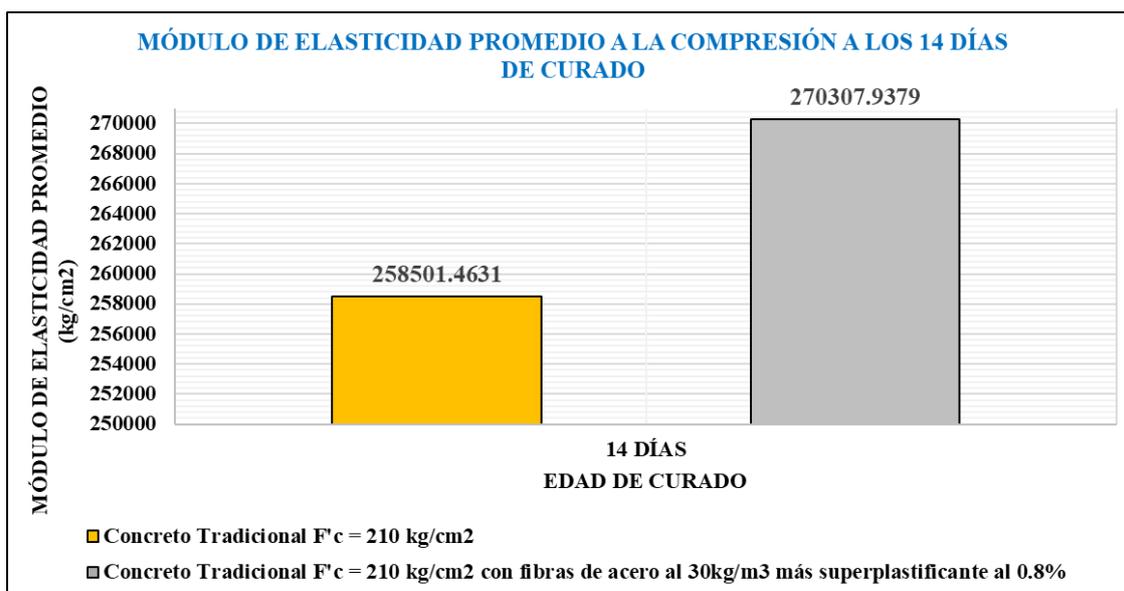


Figura 29: Gráfico del módulo de elasticidad promedio a 14 días de curado.

Fuente: Autores de tesis

En la figura n°27: Se determinó el módulo de elasticidad del concreto F'c = 210 kg/cm² con fibras de acero al 30kg/m³ más superplastificante al 0.8%, es **4.56%** mayor al concreto tradicional. El incremento se mantiene constante, además los insumos adicionados al concreto hacen que incremente su resistencia.

MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS DE CURADO					
Muestra	Descripción	Espécimen n°1	Espécimen n°2	Espécimen n°3	Espécimen n°4
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm²	Resistencia (kg/cm ²)	335	342	345	351
	Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)	274545.0783	277398.6301	278612.6343	281024.9099
	Módulo de Elasticidad Promedio (kg/cm²)	277895.3132			
	Desviación Estándar	2694			
Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm² con fibras de acero al 30kg/m³ más superplastificante al 0.8%	Resistencia (kg/cm ²)	355	357	360	382
	Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)	282621.6552	283416.6544	284604.9894	293172.3043
	Módulo de Elasticidad Promedio (kg/cm²)	285953.9008			
	Desviación Estándar	4881			

Tabla 47: Resultados del módulo de elasticidad del concreto a los 28 días de curado

Fuente: Autores de tesis

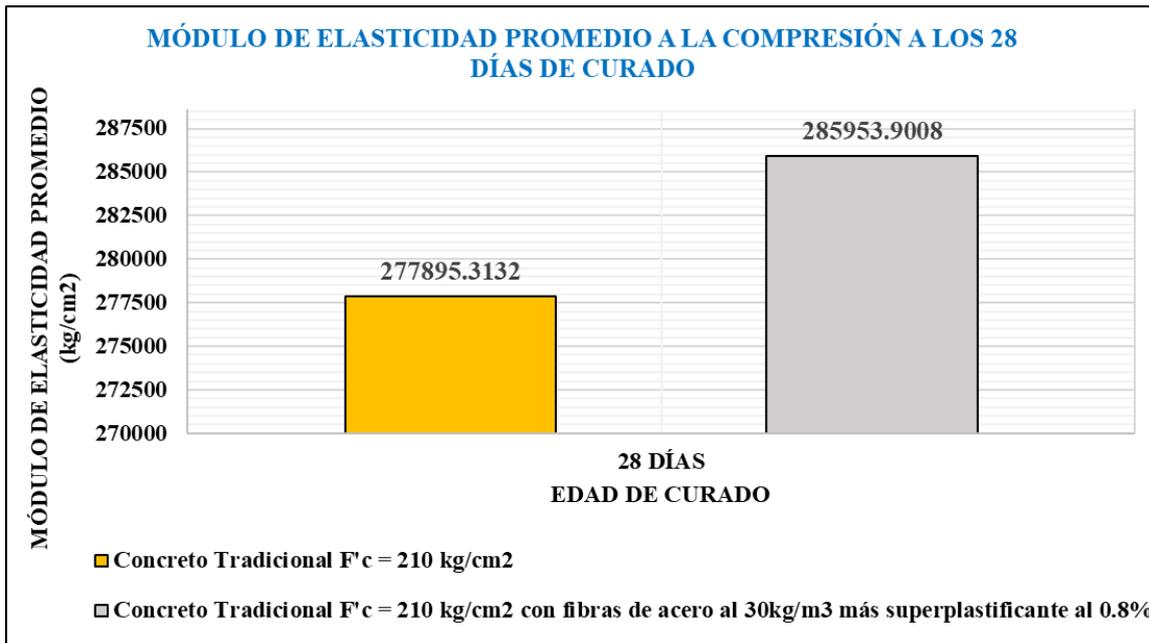


Figura 30: Gráfico del módulo de elasticidad promedio a 28 días de curado.

Fuente: Autores de tesis

En la figura n° 28: Se determinó el módulo de elasticidad del concreto de diseño F'c = 210 kg/cm² con fibras de acero al 30kg/m³ más superplastificante al 0.8%, es **2.90%** mayor al concreto tradicional en 28 días de curado, además los insumos adicionados al concreto hacen que incremente su resistencia.

Discusión de resultados del módulo de elasticidad:

Según PAJARES, ZAMORA, 2019 en su tesis “Análisis comparativo de agregados liso y perfilado con aditivo sikament®tm-140 en el diseño de concreto alta resistencia, Lambayeque”; 2019, se pudo observar que el módulo de elasticidad con agregado perfilado para una resistencia de diseño de 500 kg/cm² a los 28 días+ 0.70% de aditivo Sikament TM-140 alcanzó un 398764 kg/cm², y con agregado liso alcanzó un módulo de elasticidad de 382071 kg/cm².

Según los resultados en nuestra tesis los resultados muestran que a los 28 días de curado el concreto tradicional alcanzó el módulo de elasticidad de 277895.3132 kg/cm², mientras que el concreto con fibras de acero al 30 kg/m³ más superplastificante al 0.80% incrementó a 285953.9008 kg/cm².

3.11. Aplicación de la Prueba ANOVA

a) Análisis del concreto para compresión a los 7 días de curado

ITEM	Concreto Tradicional	Concreto Tradicional con Fibra de Acero (30kg/m ³) más Superplastificante al 0.8%
1	243.00	268.00
2	245.00	272.00
3	248.00	275.00
4	259.00	277.00
Promedio (kg/cm²)	248.75	273.00

Tabla 48: Resumen de la resistencia del concreto a los 7 días de curado
Fuente: Autores de tesis

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	4	995	248.75	50.916666 7
Columna 2	4	1092	273	15.333333 3

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1176.125	1	1176.125	35.505660	0.0010001	5.98737761
Dentro de los grupos	198.75	6	33.125	4	3	
Total	1374.875	7				

Tabla 49: Análisis ANOVA de la resistencia a la compresión a los 7 días de curado
Fuente: Autores de tesis

b) Análisis del concreto para compresión a los 14 días de curado

ITEM	Concreto Tradicional	Concreto Tradicional con Fibra de Acero (30kg/m ³) más Superplastificante al 0.8%
1	292.00	320.00
2	297.00	323.00
3	298.00	326.00
4	301.00	330.00
Promedio (kg/cm²)	297.00	324.75

*Tabla 50: Resumen de la resistencia del concreto a los 14 días de curado
Fuente: Autores de tesis*

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	4	1188	297	14
Columna 2	4	1299	324.75	18.25

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1540.125	1	1540.125	95.5116279	6.6012E-05	5.98737761
Dentro de los grupos	96.75	6	16.125			
Total	1636.875	7				

*Tabla 51: Análisis ANOVA de la resistencia a la compresión a los 14 días de curado
Fuente: Autores de tesis*

c) Análisis del concreto para compresión a los 28 días de curado

ITEM	Concreto Tradicional	Concreto Tradicional con Fibra de Acero (30kg/m ³) más Superplastificante al 0.8%
1	335.00	355.00
2	342.00	357.00
3	345.00	365.00
4	351.00	382.00
Promedio	343.25	364.75

Tabla 52: Resumen de la resistencia del concreto a los 28 días de curado

Fuente: Autores de tesis

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	4	1373	343.25	44.25
Columna 2	4	1459	364.75	150.916667

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	924.5	1	924.5	9.47395389	0.021719106	5.987377607
Dentro de los grupos	585.5	6	97.58333333			
Total	1510	7				

Tabla 53: Análisis ANOVA de la resistencia a la compresión a los 28 días de curado

Fuente: Autores de tesis

d) Análisis del concreto para flexión a los 14 días de curado

ITEM	Concreto Tradicional	Concreto Tradicional con Fibra de Acero (30kg/m ³) más Superplastificante al 0.8%
1	41.90	47.30
2	43.90	47.60
3	44.40	48.00
Promedio (kg/cm²)	43.40	47.63

Tabla 54: Resumen de la flexión del concreto a los 14 días de curado

Fuente: Autores de tesis

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	3	130.2	43.4	1.75
Columna 2	3	142.9	47.63333333	0.12333333

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	26.88166667	1	26.88166667	28.6992883	0.00585741	7.70864742
Dentro de los grupos	3.74666667	4	0.936666667			
Total	30.62833333	5				

Tabla 55: Análisis ANOVA de la resistencia a la flexión a los 14 días de curado

Fuente: Autores de tesis

e) **Análisis del concreto para flexión a los 28 días de curado**

ITEM	Concreto Tradicional	Concreto Tradicional con Fibra de Acero (30kg/m ³) más Superplastificante al 0.8%
1	47.50	51.10
2	48.00	51.20
3	49.10	51.30
Promedio	48.20	51.20

*Tabla 56: Resumen de la flexión del concreto a los 28 días de curado
Fuente: Autores de tesis*

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	3	144.6	48.2	0.67
Columna 2	3	153.6	51.2	0.01

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	13.5	1	13.5	39.7058824	0.003242104	7.70864742
Dentro de los grupos	1.36	4	0.34			
Total	14.86	5				

*Tabla 57: Análisis ANOVA de la resistencia a la compresión a los 28 días de curado
Fuente: Autores de tesis*

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

4.1.1. Análisis y comparación de la resistencia a la compresión del concreto

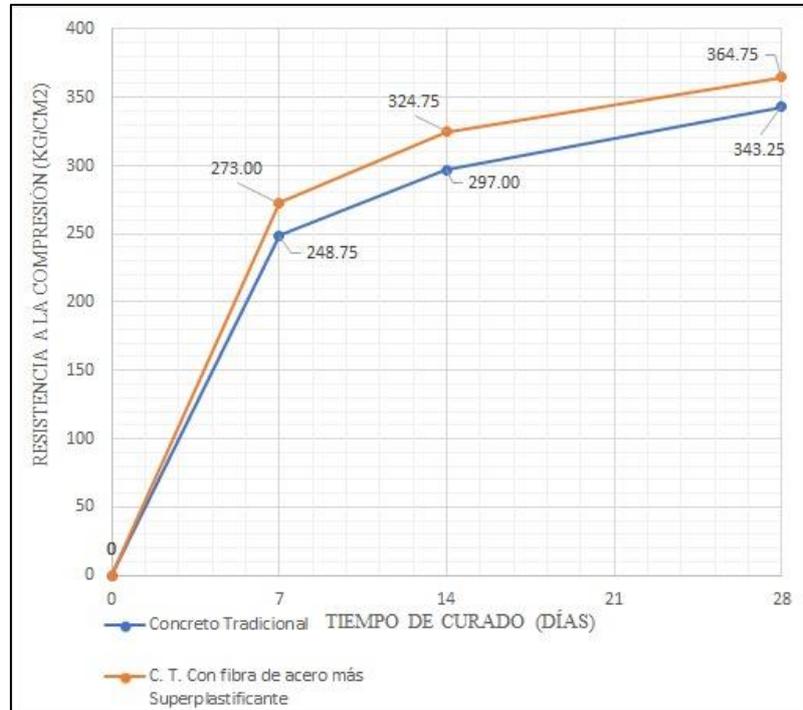


Figura 31: Resistencia a la compresión del concreto vs el tiempo de curado.

Fuente: Autores de tesis

Según la gráfica n°29, muestra la resistencia a compresión del concreto a las edades de 7, 14 y 28 días.

- ✓ En 7 días de curado: el concreto tradicional alcanzó una resistencia a la compresión de 248.75 kg/cm², y para el concreto con fibras de acero más superplastificante alcanzó una resistencia a la compresión de 273.00 kg/cm².
- ✓ En 14 días de curado: el concreto tradicional alcanzó una resistencia a la compresión de 297.00 kg/cm², para el concreto con fibras de acero más superplastificante alcanzó una resistencia a la compresión de 324.75 kg/cm².
- ✓ En 28 días de curado: el concreto tradicional alcanzó una resistencia a la compresión de 343.25 kg/cm², para el concreto con fibras de acero más superplastificante alcanzó una resistencia a la compresión de 364.75 kg/cm².

Según CASTAÑEDA, 2018 en su tesis “Influencia de la adición de fibra de acero y plastificante en la resistencia a la compresión del concreto convencional, trujillo – 2018”; 2018, se puede observar que al incorporar concreto con fibra de acero con 20 kg/m³, tiene un incremento final a 28 días del 4.63 % mientras que al 40 kg/m³ sufrió un incremento del 8.39 %. Los concretos que presentan la adición de la fibra de acero brindan una mayor tenacidad y adherencia, para poder soportar mayores cargas

Según los resultados en nuestra tesis, el concreto con fibras de acero al 30 kg/m³ más superplastificante al 0.80%, muestran a los 28 días una resistencia de 6.26% mayor al concreto tradicional. Por lo que, el uso de fibras de acero más superplastificante aporta mayor resistencia a compresión en el concreto, superando en 73.69% de la resistencia de diseño $f'_c=210$ kg/cm², resultando un concreto factible en columnas para la construcción de viviendas, capaz de soportar efectos sísmicos.

4.1.2. Análisis y comparación de la resistencia a la flexión del concreto

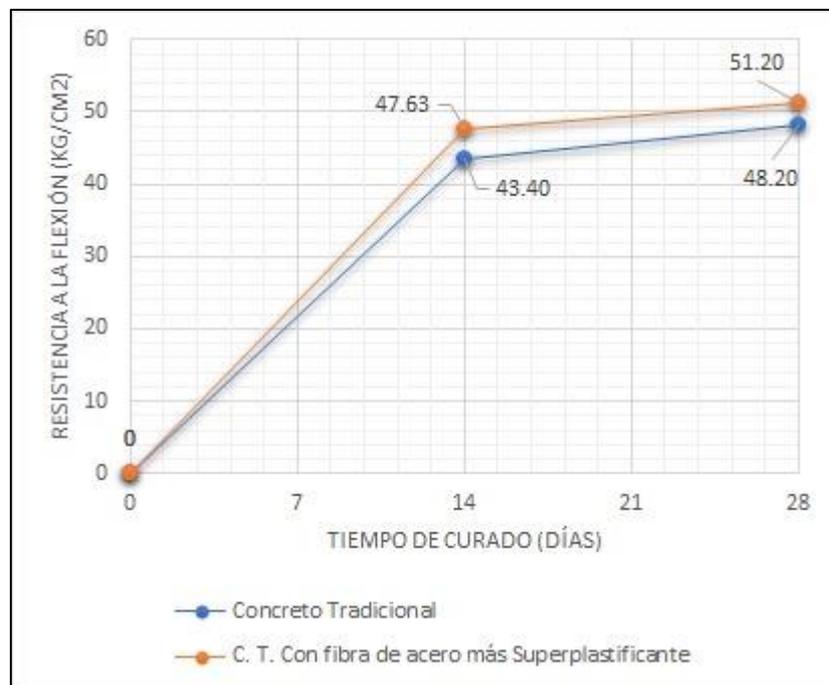


Figura 32: Gráfico de la resistencia a la flexión del concreto vs el tiempo de curado.

Fuente: Autores de tesis

Según la gráfica n°30, muestra la resistencia a la flexión del concreto a las edades de 14 y 28 días.

- ✓ En 14 días de curado: el concreto tradicional alcanzó una resistencia a la flexión de 43.40 kg/cm², para el concreto con fibras de acero más superplastificante alcanzó una resistencia a la compresión de 47.63 kg/cm².
- ✓ En 28 días de curado: el concreto tradicional alcanzó una resistencia a la flexión de 48.20 kg/cm², para el concreto con fibras de acero más superplastificante alcanzó una resistencia a la compresión de 51.20 kg/cm².

Según PAJARES, ZAMORA, 2019 en su tesis “Análisis comparativo de agregados liso y perfilado con aditivo sikament®tm-140 en el diseño de concreto alta resistencia, Lambayeque”; 2019, se pudo observar que el ensayo a flexión del concreto con agregado perfilado a los 28 días+ 0.70% de aditivo Sikament TM-140 alcanzó un módulo de rotura de 93 kg/cm² para una resistencia de diseño de 500 kg/cm², y con agregado liso a los 28 días+ 0.70% de aditivo Sikament TM-140 alcanzó un módulo de rotura de 91 kg/cm² para una resistencia de diseño de 500 kg/cm², resultando que el diseño con agregado perfilado es 2.20% mayor al agregado liso.

El módulo de rotura es cerca del 10% al 20% de la resistencia a la compresión, en dependencia del tipo, dimensiones y volumen del agregado grueso utilizado, sin embargo, la mejor correlación para los materiales específicos es obtenida mediante ensayos de laboratorio para los materiales dados y el diseño de mezcla. El concreto en la práctica. (NRMCA). CIP 16-Resistencia a Flexión del concreto. (NRMCA, 2017)

Según los resultados en nuestra tesis, el concreto con fibras de acero al 30 kg/m³ más superplastificante al 0.80%, muestran a los 28 días una resistencia de 51.20 kg/cm², 6.22 % mayor al concreto tradicional. Por lo que, el uso de fibras de acero más superplastificante aporta mayor resistencia a la flexión, representando el 14.04% de la resistencia a la compresión; resultando un concreto

factible para su empleo en losas y vigas en la construcción de viviendas, capaz de soportar efectos sísmicos.

4.1.3. Determinación del módulo de elasticidad del concreto

Capacidad que presenta y/o tiene un concreto de poder deformarse ante una carga, sin que su deformación sea permanente, puesto que el material no es elástico. Esto debido a que no presenta una conducta lineal en el tramo del diagrama carga vs deformación en compresión. Un módulo elástico varía entre 250.000 a 350.000kg/cm² y depende de la resistencia a compresión (Pajares y Zamora, 2019).

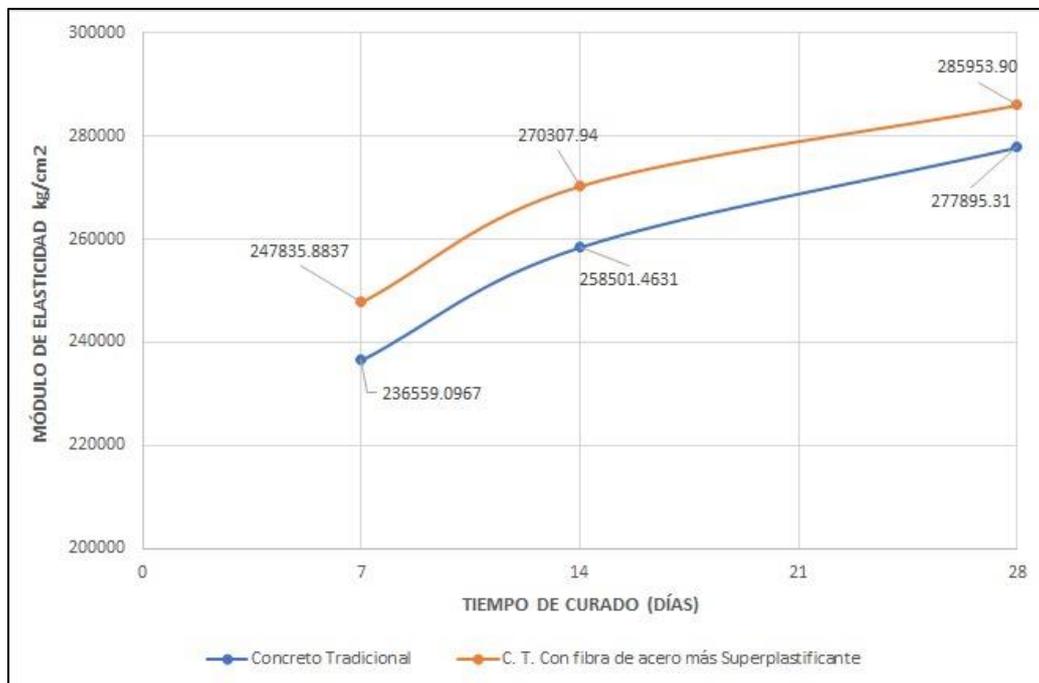


Figura 33: Módulo de elasticidad del concreto vs el tiempo de curado

Fuente: Autores de tesis

Según la gráfica n°31, muestra el módulo de elasticidad según la resistencia a la compresión a las edades de 7, 14 y 28 días.

- ✓ En 7 días de curado: el concreto tradicional alcanzó el módulo de elasticidad 236559.0967 kg/cm², y para el concreto con fibras de acero más superplastificante alcanzó el módulo de elasticidad 247835.8837 kg/cm².

- ✓ En 14 días de curado: el concreto tradicional alcanzó el módulo de elasticidad 258501.4631 kg/cm², y para el concreto con fibras de acero más superplastificante alcanzó el módulo de elasticidad 270307.9379 kg/cm².
- ✓ En 28 días de curado: el concreto tradicional alcanzó el módulo de elasticidad 277895.3132kg/cm², y para el concreto con fibras de acero más superplastificante alcanzó el módulo de elasticidad 285953.9008 kg/cm².

Según PAJARES, ZAMORA, 2019 en su tesis “Análisis comparativo de agregados liso y perfilado con aditivo sikament®tm-140 en el diseño de concreto alta resistencia, Lambayeque”; 2019, se pudo observar que el módulo de elasticidad con agregado perfilado a los 28 días+ 0.70% de aditivo Sikament TM-140 alcanzó un 398764 kg/cm² para una resistencia de diseño de 500 kg/cm², y con agregado liso a los 28 días+ 0.70% de aditivo Sikament TM-140 alcanzó un módulo de elasticidad de 382071 kg/cm² para una resistencia de diseño de 500 kg/cm², resultando que el diseño con agregado perfilado es 4.37% mayor al agregado liso.

Según los resultados en nuestra tesis, el concreto con fibras de acero al 30 kg/m³ más superplastificante al 0.80%, muestran a los 28 días se obtuvo el módulo de elasticidad de 2.90% mayor al concreto tradicional. Por lo que, el uso de fibras de acero más superplastificante aporta mayor resistencia a la compresión concreto y por ende mayor módulo de elasticidad, superando en 31.55% al módulo de elasticidad 217370.6512 kg/cm² correspondiente a la resistencia de diseño $f'_c=210$ kg/cm², resultando un concreto factible para su empleo en el diseño de elementos estructurales, parámetro a considerar en software de diseño y para la construcción de viviendas.

4.2. Conclusiones.

- Se analizó y comparó la resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, para la construcción de viviendas en Trujillo -2021. Siendo este último 6.26% mayor al concreto tradicional, con una resistencia promedio de 364.75 kg/cm² a los 28 días de curado superando a la resistencia de diseño 210 kg/cm² en 73.69%. Por lo que es factible el uso en diseño y construcción de elementos estructurales (columnas) en viviendas, también se puede apreciar que las fibras de acero y el superplastificante aporta más fluidez, trabajabilidad y una mezcla de concreto más compacta.
- Se analizó y comparó la resistencia a la flexión del concreto tradicional $f'_c = 210$ kg/cm² con fibras de acero al 30kg/m³ más superplastificante al 0.8%, es 6.22% mayor al concreto tradicional, con una resistencia promedio de 51.20kg/cm² a los 28 días de curado. Se puede apreciar que dicha resistencia incrementó debido al contenido de fibras de acero y el superplastificante. Por ende, el uso de fibras de acero más superplastificante aporta mayor resistencia a la flexión en el concreto, representando el 14.04% de la resistencia a la compresión; resultando un concreto factible para su empleo en losas y vigas en la construcción de viviendas, aportando resistencia ante las fisuras en el concreto.
- Se determinó el módulo de elasticidad según la norma E.060 (concreto Armado), entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, para la construcción de viviendas en Trujillo, siendo éste 2.90% mayor al concreto tradicional, con un módulo de elasticidad de 285953.9008 kg/cm² a los 28 días de curado. Finalmente, el uso de fibras de acero más superplastificante aporta mayor resistencia a la compresión concreto y por ende mayor módulo de elasticidad, superando en 31.55% al módulo de elasticidad 217370.6512 kg/cm² correspondiente a la resistencia de diseño $f'_c=210$ kg/cm², resultando un concreto factible para su empleo en el diseño de elementos estructurales, parámetro a considerar en software de diseño y para la construcción de viviendas.

4.3. Recomendaciones

- Para futuros investigadores se recomienda emplear distintas dosificaciones en fibras de acero mayores a 30 kg/m³ y aditivo superplastificante mayores a 0.80%, con el fin de conseguir una mezcla más fluida y por ende más resistente.
- Se recomienda para próximas investigaciones, someter las probetas al curado mayor a la edad de 28 días para realizar ensayos de resistencia a la compresión y flexión, ya que el concreto aumenta su resistencia según el tiempo de curado.
- Se propone que las investigaciones futuras realicen probetas y ensayos más experimentales para evaluar el comportamiento del módulo de elasticidad del concreto tradicional y fibroreforzado.
- Para las investigaciones próximas se propone, emplear fibras de acero más aditivo superplastificante en la construcción de viviendas, losas industriales de pavimento rígido, entre otros.
- Para estudios del futuro se recomienda, emplear fibras de acero más aditivo superplastificante, y evaluar el concreto a bajas temperaturas, ya sea adicionando un aditivo incorporador de aire u otro, y tener en cuenta el procedimiento correcto de mezclado entre estos insumos.

REFERENCIAS

- Caballero, M. (2013). *Mecánica de Suelos. Contenido de Humedad*.
- Cano, J.; Flores, A.; Glez, F. y Vázquez, A. (s. f.). *Cómputo para Diseño de Mezclas de Concreto Normal*. México. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Rodríguez, A. (2019). *El módulo de elasticidad del concreto (ec) y su importancia*. Concreto y construcción.
- Carrillo, Sh. (2013). *Capítulo III: Diseño de Mezclas de Concreto*. Piura – Perú.
- Conecband (2017). *Propiedades del Metal: La Resistencia a la Tracción*. España.
- Huayta, J. (2019). *Análisis Comparativo entre la Resistencia a la Compresión del Concreto Tradicional y Concreto Modificado con Cal de Conchas de Abanico*. Trujillo.
- Infinita Research. (2020). *Caracterización de Materiales. Principales Técnicas Empleadas*.
- Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE), y Fernández, C. (2013). *Aditivo Superplastificante*. España.
- León, M. y Ramírez, F. (2010). *Caracterización Morfológica de Agregados para Concreto Mediante el Análisis de Imágenes*. Bogotá – Colombia. Revista Ingeniería de Construcción. Vol. 25 N°2
- Medina, R. (2011). *Capacitaciones: Procedimientos para Elaborar Probetas de Concreto*. Edición N° 17. Perú. Acero Arequipa. Obtenido de:
- National Ready Mixed Concrete Association – NRMCA. (2016). *El Concreto en la Práctica*.
- Pérez, H. (2015). *Diseño de Mezclas por el Método del A.C.I.*

Sarta, H. y Silva, J. (2017). *Análisis Comparativo entre el Concreto Simple el Concreto con Adición de Fibra de Acero al 4 % y 6 %*. Bogotá – Colombia. Universidad Católica de Colombia.

VALDEZ, L. (2017). *La Libertad fue la región más afectada por El Niño Costero*. Tu Región.

INACAL (2015). *Norma Técnica Peruana 339.034. CONCRETO Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. Lima, Perú.

CNB-INDECOPI (2012). *Norma Técnica Peruana 339.078. CONCRETO Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo*. Lima, Perú.

INACAL (2013). *Norma Técnica Peruana 400.012. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Lima, Perú.

NACAL (2013). *Norma Técnica Peruana 400.021. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso*. Lima, Perú.

INACAL (2011). *Norma Técnica Peruana 400.017. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados*. Lima, Perú.

INACAL (2013). *Norma Técnica Peruana 339.185. AGREGADOS Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Lima, Perú.

SAAVEDRA GARCÍA, C. F., & RAMÍREZ VIGO, D. A. (2017). *Influencia del módulo de elasticidad en el análisis de la deriva de edificios de concreto en el Perú, 2017*. Iquitos.

RUIZ, D., RAMÍREZ, C., LOGREIRA, L., & LEÓN, M. (2015). *Evaluación del comportamiento de vigas en voladizo de concreto reforzado con fibras ante la aplicación de cargas cíclicas*. Colombia.

- SILVA TIPANTASIG, L. G. (2014). *Comportamiento del hormigón reforzado con fibras de acero y su influencia en sus propiedades mecánicas en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua*. Ecuador.
- CHACÓN MAMANI, V. C. (2014). *Hormigones con Nano Adiciones y Fibras de Acero*. Madrid.
- ZEGARRA, J. E., & SOTIL, A. J. (2015). *Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero wirand ff3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand ff4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido*. Lima.
- CASTAÑEDA MUÑOZ, R. E. (2018). *Influencia de la adición de fibra de acero y plastificante en la resistencia a la compresión del concreto convencional, Trujillo-2018*. Trujillo.
- PALOMINO ROMÁN, J. H. (2017). *Estudio comparativo en la autoconstrucción de edificaciones utilizando concreto autocompactante con la incorporación de aditivo superplastificante frente al concreto convencional realizados en la ciudad de Abancay*. Abancay.
- ORTEGA GAONA, A. E. (2020). *Influencia del aditivo superplastificante y fibra sintética en el diseño de Shotcrete, aplicado como elemento de sostenimiento del macizo rocoso en la Mina Uchucchacua, Lima-2019*. Lima.
- HUARCAYA GARZON, C. I. (2014). *Comportamiento del asentamiento en el concreto usando aditivo polifuncional sikament 290n y aditivo super plastificante de alto desempeño sika viscoflow 20E*. Lima.
- SALAZAR CHÁVEZ, A. R. (2015). *Obtención de concreto de alta resistencia mediante el uso de superplastificantes en la mezcla, para su aplicación en elementos estructurales hasta alcanzar una resistencia a la compresión de 50 mpa*. Ecuador.
- SÁNCHEZ ZÁRATE, K. E. (2017). *Aditivo superplastificante y su influencia en la consistencia y desarrollo de resistencias de concreto para $F' C = 175,210,245 \text{ kg/cm}^2$* . Huancayo, 2016. Huancayo.

PAJARES CHIROQUE, C. G., & ZAMORA TERNERO, R. M. (2019). *Análisis comparativo de agregados liso y perfilado con aditivo sikament® tm-140 en el diseño de concreto alta resistencia, lambayeque*. Pimentel.

CRUZADO DE LA CRUZ, H. Y., & RIVEA CHUÑE, B. (2019). *Influencia de tipos de incorporador de aire sobre el asentamiento, aire total, absorción, peso unitario y compresión del concreto a bajas temperaturas*. Trujillo.

ANEXOS

ANEXO N.º 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO/ANTECEDENTES	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>General: ¿Cómo Analizar y comparar el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, para la construcción de viviendas en Trujillo -2021?</p> <p>Específicos: ¿Cómo Analizar y comparar la resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, para la construcción de viviendas en Trujillo -2021?</p> <p>¿Cómo Analizar y comparar la resistencia a la flexión entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, para la construcción de viviendas en Trujillo -2021?</p>	<p>General: Determinar el análisis comparativo entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, para la construcción de viviendas en Trujillo -2021</p> <p>Específicos: Determinar el análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, para la construcción de viviendas en Trujillo -2021</p> <p>Determinar el análisis comparativo de la resistencia a la flexión entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, para la construcción de viviendas en Trujillo -2021</p> <p>Determinar el módulo de elasticidad según la norma E.060 (concreto Armado), entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo</p>	<p>RUIZ, RAMÍREZ, LOGREIRA Y LEÓN, (2015), en su tesis titulada “Evaluación del comportamiento de vigas en voladizo de concreto reforzado con fibras ante la aplicación de cargas cíclicas”</p> <p>(SILVA 2014), en su tesis titulada “Comportamiento del hormigón reforzado con fibras de acero y su influencia en sus propiedades mecánicas en el cantón ambato, provincia de Tungurahua”</p> <p>(CHACON, 2014), en el proyecto titulado “Hormigones con nano adiciones y fibras de acero”</p> <p>(SOTIL Y ZEGARRA, 2015), en la investigación titulada “Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido”</p> <p>(CASTAÑEDA, 2018), en su investigación titulada “Influencia de la adición de fibra de acero y plastificante en la resistencia a la compresión del concreto convencional, Trujillo – 2018”</p> <p>(PALOMINO, 2017), en su investigación titulada “Estudio Comparativo en la Autoconstrucción de Edificaciones Utilizando Concreto Autocompactante con la Incorporación de Aditivo Superplastificante Frente al Concreto Convencional Realizados en la Ciudad de Abancay”</p> <p>(ORTEGA, 2020), en su investigación titulada “Influencia del aditivo superplastificante y fibra sintética en el diseño de</p>	<p>General: El análisis comparativo entre concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, ayudará a establecer cuál es la que presenta mejores resultados para el uso en la construcción de viviendas en Trujillo -2021.</p> <p>Específicas: El análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, ayudará a establecer cuál es la que presenta mejores resultados para el uso en la construcción de viviendas en Trujillo -2021</p> <p>El análisis comparativo de la resistencia a la flexión entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo</p>	<p>a. Variable independiente (VI)</p> <p>Fibras de Acero: Las fibras de acero son elementos de corta longitud y pequeña sección que se adicionan al concreto reforzado con el fin de mejorar las propiedades mecánicas, con las características necesarias para dispersarse aleatoriamente en una mezcla de concreto en estado plástico (fresco) empleando metodologías de mezclado. (De La Cruz y Quispe, 2014).</p> <p>Aditivo superplastificante: Son aditivos reductores de aguas de alto rango. Los superplastificantes no sólo permiten que el hormigón se coloque con poca o nula compactación, sino que también de manera más notoria permiten la producción de hormigón con una disminución sustancial de la relación agua / cemento. Se utilizan superplastificantes que permiten reducir hasta un 30% o más del agua de amasado, manteniendo la resistencia requerida (Huarcaya, 2014).</p>	<p>Diseño de investigación: La investigación es experimental bifactorial, ya que se realizarán ensayos en el laboratorio de concreto.</p> <p>Uidad de Estudio: Es una probeta de concreto cilíndrica de 10cm de diámetro y 20cm de longitud, y una probeta de concreto prismática con medidas de 15.5x15.5x46.5cm.</p> <p>Muestra: 36 probetas (24 cilíndricas y 12 prismáticas)</p> <p>Métodos y procedimiento de recolección de datos:</p> <p>Se utilizó la técnica de la observación, con el instrumento de la guía de observación.</p> <p>Elaboración del diseño de mezcla.</p>

<p>¿Cómo determinar el módulo de elasticidad según la norma E.060 (concreto Armado), entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, para la construcción de viviendas en Trujillo -2021?</p>	<p>superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, para la construcción de viviendas en Trujillo -2021</p>	<p>Shotcrete, aplicado como elemento de sostenimiento del macizo rocoso en la Mina Uchucchacua, Lima - 2019”</p> <p>(HUARCAYA, 2014), en su investigación titulada “Comportamiento del asentamiento en el concreto usando aditivo polifuncional sikament 290n y aditivo súper plastificante de alto desempeño sika viscoflow 20E”</p> <p>(SALAZAR, 2015), en su investigación titulada “Obtención de concreto de alta resistencia mediante el uso de superplastificantes en la mezcla, para su aplicación en elementos estructurales hasta alcanzar una resistencia a la compresión de 50 mpa”</p> <p>(SÁNCHEZ, 2017), en su investigación titulada: “Aditivo superplastificante y su influencia en la consistencia y desarrollo de resistencias de concreto para f’c=175, 210, 245 kg/cm². Huancayo, 2016”.</p> <p>(PAJARES Y ZAMORA, 2019), en su investigación titulada: “Análisis comparativo de agregados liso y perfilado con aditivo sikament@tm-140 en el diseño de concreto alta resistencia, Lambayeque”.</p>	<p>superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, ayudará a establecer cuál es la que presenta mejores resultados para el uso en la construcción de viviendas en Trujillo -2021</p> <p>El módulo de elasticidad según la norma E.060 (concreto Armado), entre el concreto tradicional y un concreto con aditivo superplastificante en 0.80% más fibras de acero en 30 kg/m³, ayudará a establecer cuál es la que presenta mejores resultados para el uso en la construcción de viviendas en Trujillo -2021</p>	<p>b. Variables dependientes (VD)</p> <p>Resistencia a la Flexión: Las fibras de acero en cantidad suficiente, dependiendo de la forma geométrica de la fibra, pueden aumentar la resistencia al cortante e impedir el fallo en la tensión diagonal forzando el fallo por flexión de la viga; lo cual se traduce en la posibilidad del empleo de las fibras de acero como elementos sustitutivos de estribos en vigas u otros elementos. (Caballero, 2017).</p> <p>Resistencia a la Compresión: Compresión del concreto reforzado: Se puede llegar a obtener un incremento de la resistencia a compresión entre un 0% y un 15%, con un volumen de 1.5% de fibras en la masa del concreto (Caballero, 2017).</p>	<p>Elaboración de las probetas de concreto tradicional y concreto fibroreforzado.</p> <p>Curado de las probetas a edades de 7, 14 y 28 días.</p> <p>Rotura de probetas en compresión y flexión a edades de 14 y 28 días.</p> <p>Finalmente, se determinó el comportamiento del módulo de elasticidad del concreto a través de la curva carga vs deformación.</p>
---	--	--	--	--	--

Tabla 58: Matriz de consistencia

Fuente: Autores de tesis

ANEXO N.º 2: Determinación de la cantidad de fibras de acero y superplastificante utilizados en el concreto tradicional.

INSUMOS EMPLEADOS EN EL CONCRETO	ANTECEDENTES	CANTIDAD DE INSUMO EMPLEADO	APORTE A LA INVESTIGACIÓN
Fibras de acero Sika®Fiber CHO 80/60 NB	<p>(CASTAÑEDA, 2018), en su investigación titulada “Influencia de la adición de fibra de acero y plastificante en la resistencia a la compresión del concreto convencional, Trujillo – 2018”. Las dosificaciones de la fibra de acero que se trabajó fueron dos, de 20 kg/m³ y 40 kg/m³. Para una edad de curado de 28 días; una resistencia a la compresión promedio de 220.40 kg/cm² para el concreto patrón, una resistencia promedio de 230.60 kg/cm² para el concreto con adición de 20 kg/m³ de fibra de acero; y una resistencia promedio de 238.90 kg/cm² para el concreto con adición de 40 kg/m³ de fibra de acero. Obteniendo así una confianza mayor al 95%. Se concluye que se logró un incremento de la resistencia a la compresión del concreto que asciende en 4.63% (C.P + 20kg/m³) y 8.39% (C.P + 40 kg/m³). Se recomienda su aplicación para losas industriales y elementos estructurales y uso en general donde se requiera una resistencia óptima y garantizada.</p> <p>(CHACON, 2014), en el proyecto titulado “Hormigones con nano adiciones y fibras de acero”, tiene como finalidad dentro del trabajo experimental en laboratorio y evaluando la influencia de las adiciones en el hormigón convencional realizar ensayos como la resistencia a la compresión, tracción indirecta o ensayo brasileño, obtención del módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson. Finalmente, las diferencias de las resistencias de hormigones con nano adiciones y fibras de acero (20 kg/m³) son de 10%, al añadir más cuantía de fibra de acero (40 kg/m³) se incrementa a un 23 % la resistencia a la compresión. El módulo de elasticidad con la adición de 20kg/m³ representa un aumento de 7.4% con respecto al hormigón sin fibras, pero con la adición de 40kg/m³ representa un aumento de 9.1% con respecto al hormigón sin fibras, se deduce que a más fibras no es grande la mejora en módulo de elasticidad.</p> <p>(SOTIL Y ZEGARRA, 2015), en la investigación titulada “Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® FF4 aplicado a losas industriales de</p>	<p>Se empleó 30kg/m³ de fibras de acero en la marca Sika®Fiber CHO 80/60 NB, porque:</p> <p>En este antecedente se concluye que se logró un incremento de la resistencia a la compresión del concreto que asciende en 4.63% (C.P + 20kg/m³) y 8.39% (C.P + 40 kg/m³), la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado, puesto que se recomienda también evaluar la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad del concreto. Además, esta investigación se aplicará a la construcción de viviendas en Trujillo, empleándose en elementos estructurales, ya que es una recomendación según el antecedente. Finalmente, con solo el 20 kg/m³ ya se incrementa la resistencia a la compresión en el concreto.</p> <p>En este antecedente se concluye que las resistencias de hormigones con nano adiciones y fibras de acero (20 kg/m³) son de 10%, al añadir más cuantía de fibra de acero (40 kg/m³) se incrementa a un 23 % la resistencia a la compresión. El módulo de elasticidad con la adición de 20kg/m³ representa un aumento de 7.4% con respecto al hormigón sin fibras, pero con la adición de 40kg/m³ representa un aumento de 9.1% con respecto al hormigón sin fibras. Finalmente, con solo el 20 kg/m³ ya se incrementa la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad en el concreto.</p> <p>Éste estudio nos beneficia porque nos muestra resultados de la resistencia a la compresión entre el concreto convencional y otro reforzado con fibras de acero,</p>	<p>El concreto con fibras de acero más superplastificante a los 28 días de curado obtiene una resistencia de 364.75 kg/cm², por lo que mejora sus propiedades mecánicas, con el uso de las fibras de acero se obtuvo un incremento de 73.69% a la resistencia de diseño $f'_c=210$ kg/cm². Dicho concreto es factible para el uso en elementos estructurales de concreto armado.</p> <p>La fibra de acero incrementa la resistencia a la compresión del concreto, se comporta como un concreto resistente ante fisuras.</p>

pavimento rígido”. Tienen como objetivo realizar el ensayo de compresión para verificar el diseño de la mezcla con el cual se desarrollarán los ensayos para el concreto a 7, 14 y 28 días. Se ensayaron 27 probetas cilíndricas con dimensiones de 6” y 12”, preparadas según las normas ASTM C-192 y NTP 339.033. Los ensayos fueron realizados para las edades de 7, 14 y 28 días. Según los resultados a compresión de las probetas ensayadas a 28 días con fibra FF3(20kg/m³), y FF4 (20kg/m³), demuestran una variación del 15% y 5%, respectivamente. Finalmente, recomiendan para futuras investigaciones evaluar dosificaciones de 10, 15, 30,35 y 40 kilos para evaluar el comportamiento a la flexión de dichos concretos.

(RUIZ, RAMÍREZ, LOGREIRA Y LEÓN, 2015), “Evaluación del comportamiento de vigas en voladizo de concreto reforzado con fibras ante la aplicación de cargas cíclicas”, tienen como finalidad evaluar el comportamiento cíclico (seudodinámico) de elementos de concreto reforzado con adición de fibras metálicas con miras a futuras aplicaciones en pórticos de concreto reforzado ante acciones sísmicas, por lo que realizaron especímenes con 3 diferentes tipos de mezclas. Obtuvieron como resultado que las fibras metálicas incrementan moderadamente la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad del concreto. Para la adición de fibras de 30 kg/m³, el aporte de las fibras fue más notorio que para la de 15 kg/m³, presentando incrementos del 26% en resistencia a la compresión y de 22% en el módulo de elasticidad con respecto a la mezcla de concreto convencional. Para las probetas elaboradas con la mezcla de 15 kg/m³, la resistencia a la compresión aumentó en un 11% y el módulo de elasticidad fue casi el mismo que para las probetas elaboradas con la mezcla sin fibras.

así como también, se tomó en cuenta la recomendación de usar 30kg/m³ de fibras de acero y evaluar el comportamiento a flexión en el concreto, además nos ayudará como guía en las bases teóricas.

Éste estudio hace referencia a la comparación del concreto convencional y concreto reforzado con fibras de acero, mejorando la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad del concreto, por lo que se tendrá en cuenta la proporción de 30kg/m³.

Finalmente, se empleó 30kg/m³ de fibras de acero en la marca Sika®Fiber CHO 80/60 NB, ya que dicho valor también está entre 10kg/m³ - 45kg/m³, lo que se especifica en la hoja técnica de dicho producto.

<p>Superplastificante Sikament®TM-190</p>	<p>(PALOMINO, 2017), en su investigación titulada “Estudio Comparativo en la Autoconstrucción de Edificaciones Utilizando Concreto Autocompactante con la Incorporación de Aditivo Superplastificante frente al Concreto Convencional Realizados en la Ciudad de Abancay”. En esta investigación se utilizó como superplastificante Sikament 290N a 0.85%, 1.125% y 1.4% del peso del cemento; donde ese obtuvo una mejor trabajabilidad. El concreto autocompactante con 0.85% de aditivo superplastificante evaluado a los 28 días de curado obtuvo una resistencia de 215.13 kg/cm², con 1.125% de aditivo se obtuvo 222.02 kg/cm² y con 1.40% de aditivo se obtuvo 250.24 kg/cm². Finalmente, con la adición del 0.85% el concreto ya se obtiene 1.025% de la resistencia requerida.</p>	<p>Se empleó 0.80% de aditivo superplastificante Sikament®TM-190, porque: Esta investigación nos servirá porque utilizó el aditivo Sikament® 290N, y evaluado en 0.85% aporta el 1.025% de aumento en su resistencia.</p>	<p>El concreto con fibras de acero más superplastificante a los 28 días de curado obtiene una resistencia a la flexión de 51.20 kg/cm², y es 6.22 % mayor que la resistencia del concreto tradicional. Dicho concreto es factible para el uso en elementos estructurales de concreto armado.</p>
	<p>(PAJARES Y ZAMORA, 2019), en su investigación titulada: “Análisis comparativo de agregados liso y perfilado con aditivo sikament®tm-140 en el diseño de concreto alta resistencia, Lambayeque”. En esta investigación cuantitativa de diseño experimental se realizaron tres diseños de concreto patrón para el agregado perfilado, bajo un concreto $f'c=420\text{kg/cm}^2$, $f'c=450\text{kg/cm}^2$ y $f'c=500\text{ kg/cm}^2$. Añadiendo tres porcentajes de aditivo Sikament® TM-140 al 0.53%, 0.70% y 1.35%. Obteniendo como resultado que el concreto elaborado con agregado perfilado, logra mejores resistencias a la compresión, flexión, tracción y módulo de elasticidad a los 28 días, añadiendo 0.70% de aditivo Sikament®TM-140 a comparación del concreto elaborado con agregado liso. Se recomienda que el aditivo sea un plastificante o en todo caso un aditivo superplastificante porque el aporte que brinda al concreto es la mejora en cuanto a la trabajabilidad de la mezcla, un aumento considerable de la resistencia final.</p>	<p>Esta investigación nos servirá porque utilizó el aditivo Sikament®TM-140, y evaluado en 0.70% aporta mejores resultados a compresión; para nuestra tesis se usará el aditivo superplastificante Sikament®TM-190, ya que es un derivado posterior del Sikament®TM-140 y se usará también por la recomendación de dichos antecedentes.</p>	<p>El aditivo superplastificante aporta más trabajabilidad y fluidez al concreto al momento de mezclado con fibras de acero.</p>
		<p>Finalmente, en base a los antecedentes se verificó que usó el 0.85% de Sikament® 290N y el 0.70% de superplastificante Sikament® TM-190, en ambos resultó mejora en la resistencia del concreto, para nuestra investigación se sacó el promedio de ambos igual a 0.775% por lo que se usó el 0.80%, ya que dicho valor también está entre 0.50 % - 2.00 %, lo que se especifica en la hoja técnica de dicho producto.</p>	

Tabla 59: Resumen de obtención de la cantidad de aditivos

Fuente: Autores de tesis

ANEXO N.º 3: Ventajas y desventajas al usar Fibras de acero Sika®Fiber CHO 80/60 NB y aditivo superplastificante Sikament®TM-190

INSUMOS EMPLEADOS EN EL CONCRETO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Fibras de acero Sika®Fiber CHO 80/60 NB	<ul style="list-style-type: none"> -Resistencia a esfuerzos térmicos. -Resistencia al desgaste y astillamiento. -Elevada capacidad de absorción de energía. -Alta resistencia a soportar esfuerzos de compresión. -Disminución considerable de fisuras, tanto en contracción plástica como endurecida. -Aumento a la tenacidad del concreto. -Incremento de la resistencia a la flexión especialmente en condiciones de sub-base desfavorables. 	<ul style="list-style-type: none"> -Reduce su trabajabilidad y fluidez de la mezcla en el concreto, por lo que se debería usar un aditivo superplastificante. -Posible alteración de las fibras durante el mezclado y orientación final de las mismas. -Acabado no muy liso en las superficies. -Aumenta el costo del concreto.
Superplastificante Sikament®TM-190	<ul style="list-style-type: none"> -Acrecentar la resistencia de un inicio y final del concreto -Reduce la permeabilidad del concreto. -Mejora la consistencia del mezclado de concreto con fibras de acero. -Acabado mejor pronunciado en las superficies. -Mezcla de concreto más compacta y fluida. -Reduce el tiempo de vibrado del concreto 	<ul style="list-style-type: none"> -A mayor cantidad de aditivo incorporado en la mezcla, este reduce la resistencia debido a la segregación que presentará la mezcla, puesto que la convierte en una mezcla muy fluida. -Aumenta el costo del concreto.

Tabla 60: Ventajas y desventajas del uso de fibras de acero más superplastificante en el concreto.

Fuente: Autores de tesis

ANEXO N.º 4: Análisis de costos del concreto para viviendas

Para realizar este análisis de costos, se realizó para 1m^3 , se determinó para el concreto tradicional y concreto con fibras de acero ($30\text{kg}/\text{m}^3$ de SikaFiber) más superplastificante (0.80% de Sikament TM-190), para la construcción de viviendas en Trujillo – 2021, enfocados principalmente en los elementos estructurales de columnas, vigas y losas aligeradas, a base de un diseño de mezcla $f'c=210\text{ kg}/\text{cm}^2$. Para este análisis se tuvo como guía a Cruzado y Rivera (2019) en su tesis titulada “Influencia de tipos de incorporador de aire sobre el asentamiento, aire total, absorción, peso unitario y compresión del concreto a bajas temperaturas”, quienes para este análisis utilizaron al programa S10-2005 y de acuerdo con el libro de costos y presupuestos en edificaciones (Cámara Peruana de la construcción – CAPECO).

Materiales	Peso por m3 (kg)	Peso específico (kg/m3)	Cantidades	Und
Agua	215.58	1000	0.2156	m^3
Cemento	368.90	3100	8.6755	bol
Agregado Grueso	1007.38	2690	0.3745	m^3
Agregado Fino	756.54	2660	0.2844	m^3
Fibras de acero ($30\text{kg}/\text{m}^3$)	30	20 (kg/bol)	1.5000	bol
Aditivo Superplastificante (0.80%)	2.9512	20 (kg/gal)	0.1476	gal

Tabla 61: Distribución de la cantidad de materiales en el concreto $f'c=210\text{ kg}/\text{cm}^2$

Fuente: Autores de tesis

a.) Análisis de precios unitarios del concreto tradicional (S10-2005)

✓ Concreto tradicional en columna

Partida	01.06.02.03	CONCRETO EN COLUMNAS $f'c=210\text{ kg}/\text{cm}^2$		Costo unitario directo por : m3				471.73
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1600	28.11	4.50		
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	23.44	37.50		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	18.53	29.65		
0101010005	PEON	hh	10.0000	8.0000	16.76	134.08		
205.73								
Materiales								
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.3745	44.00	16.48		
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.2844	26.00	7.39		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2156	10.00	2.16		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.6755	22.80	197.80		
223.83								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	205.73	6.17		
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.8000	20.00	16.00		
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	25.00	20.00		
42.17								

Tabla 62: Concreto tradicional $f'c=210\text{ kg}/\text{cm}^2$ en columnas

Fuente: Autores de tesis

✓ Concreto tradicional en viga

Partida	01.06.03.03		CONCRETO EN VIGAS $f_c=210$ kg/cm ²				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3			347.78
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.2000	0.0800	28.11	2.25
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.8000	23.44	18.75
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.8000	18.53	14.82
0101010005	PEON		hh	10.0000	4.0000	16.76	67.04
							102.86
Materiales							
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"		m3		0.3745	44.00	16.48
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.2844	26.00	7.39
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.2156	10.00	2.16
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		8.6755	22.80	197.80
							223.83
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	102.86	3.09
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	1.0000	0.4000	20.00	8.00
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)		hm	1.0000	0.4000	25.00	10.00
							21.09

Tabla 63: Concreto tradicional $f_c=210$ kg/cm² en vigas

Fuente: Autores de tesis

✓ Concreto tradicional en losa aligerada

Partida	CONCRETO LOSAS $f_c=210$ kg/cm ²		
Rendimiento	m3/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000
Código	Descripción Recurso		Unidad
Mano de Obra			
0101010002	CAPATAZ		hh
0101010003	OPERARIO		hh
0101010004	OFICIAL		hh
0101010005	PEON		hh
			96.06
Materiales			
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"		m3
02070200010002	ARENA GRUESA		m3
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol
			223.83
Equipos			
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)		hm
			17.28

Tabla 64: Concreto tradicional $f_c=210$ kg/cm² en losa aligera

Fuente: Autores de tesis

b.) Análisis de precios unitarios del concreto con fibras de acero (30kg/m³ de SikaFiber) más superplastificante (0.80% de Sikament TM-190) (S10-2005)

✓ Concreto en columna

Partida	CONCRETO COLUMNAS $f'c=210$ kg/cm ²			Costo unitario directo por : m ³			683.26
Rendimiento	m ³ /DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1600	28.11	4.50	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	23.44	37.50	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	18.53	29.65	
0101010005	PEON	hh	10.0000	8.0000	16.76	134.08	
							205.73
Materiales							
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m ³		0.3745	44.00	16.48	
02070200010002	ARENA GRUESA	m ³		0.2844	26.00	7.39	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m ³		0.2156	10.00	2.16	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.6755	22.80	197.80	
0222030005	FIBRAS DE ACERO Sika@Fiber CHO 80/60 NB (30kg/m ³)	bol		1.5000	120.00	180.00	
0222030006	ADITIVO Sikament@TM-190 (0.80%)	gal		0.1476	213.60	31.53	
							435.36
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	205.73	6.17	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.8000	20.00	16.00	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	25.00	20.00	
							42.17

Tabla 65: Concreto con fibras de acero más superplastificante $f'c=210$ kg/cm² en columnas

Fuente: Autores de tesis

✓ Concreto en viga

Partida	CONCRETO VIGAS $f'c=210$ kg/cm ²			Costo unitario directo por : m ³			559.31
Rendimiento	m ³ /DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	28.11	2.25	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	23.44	18.75	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	18.53	14.82	
0101010005	PEON	hh	10.0000	4.0000	16.76	67.04	
							102.86
Materiales							
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m ³		0.3745	44.00	16.48	
02070200010002	ARENA GRUESA	m ³		0.2844	26.00	7.39	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m ³		0.2156	10.00	2.16	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.6755	22.80	197.80	
0222030005	FIBRAS DE ACERO Sika@Fiber CHO 80/60 NB (30kg/m ³)	bol		1.5000	120.00	180.00	
0222030006	ADITIVO Sikament@TM-190 (0.80%)	gal		0.1476	213.60	31.53	
							435.36
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	102.86	3.09	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.4000	20.00	8.00	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.4000	25.00	10.00	
							21.09

Tabla 66: Concreto con fibras de acero más superplastificante $f'c=210$ kg/cm² en vigas

Fuente: Autores de tesis

✓ Concreto en losa aligerada

Partida	CONCRETO LOSAS $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.			Costo unitario directo por : m3			548.70
Rendimiento	m3/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.3000	0.0960	28.11	2.70	
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	0.9600	23.44	22.50	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	18.53	11.86	
0101010005	PEON	hh	11.0000	3.5200	16.76	59.00	
						96.06	
	Materiales						
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.3745	44.00	16.48	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.2844	26.00	7.39	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2156	10.00	2.16	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.6755	22.80	197.80	
0222030005	FIBRAS DE ACERO Sika®Fiber CHO 80/60 NB (30kg/m3)	bol		1.5000	120.00	180.00	
0222030006	ADITIVO Sikament®TM-190 (0.80%)	gal		0.1476	213.60	31.53	
						435.36	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	96.06	2.88	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.3200	20.00	6.40	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.3200	25.00	8.00	
						17.28	

Tabla 67: Concreto con fibras de acero más superplastificante $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en losa aligerada

Fuente: Autores de tesis

Tipo de Concreto	Costo x m3 en elementos estructurales de viviendas		
	Columna	Viga	Losa Aligerada
Tradicional	S/. 471.73	S/. 347.78	S/. 337.17
Con fibras de acero (30kg/m ³ de SikaFiber) más superplastificante (0.80% de Sikament TM-190),	S/. 683.26	S/. 559.31	S/. 548.70
Precio que aumenta	S/. 211.53	S/. 211.53	S/. 211.53
% del precio que aumenta	44.84%	60.82%	62.74%

Tabla 68: Resumen del costo x m3 del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Autores de tesis

En la tabla n° 68: Se determinó los costos por m3 en el concreto tradicional y concreto con fibras de acero más superplastificante $f'c=210\text{kg/cm}^2$ dando como resultado que adicionando estos insumos el concreto aumenta S/. 211.53 por m3 en columnas, vigas y losa aligerada, por lo que se concluye que al utilizar estos insumos el concreto será más costoso, lo que sería una desventaja en la economía, pero se tendría a favor las mejoras en las propiedades mecánicas del concreto y así tener una estructura más resistente y segura.

ANEXO N.º 5: Hoja técnica del cemento Pacasmayo Tipo I

TIPO I

“ESTRUCTURAL”

DESCRIPCIÓN

Cemento Portland Tipo I. Gracias a su nuevo diseño de Clinker, se logra un concreto más durable brindando alta resistencia a todas las edades.



USOS

- Cemento de uso general.

ATRIBUTOS

Diseño supera los requisitos de las normas nacionales

Altas resistencias a todas las edades

- Desarrolla altas resistencias iniciales que garantiza un adecuado avance de obra.
- El diseño correcto en concreto garantiza un menor tiempo de desencofrado.

RECOMENDACIONES

-  Mantener el cemento en un lugar seco bajo techo, protegido de la humedad.
-  Almacenar en pilas de menos de 10 sacos.
-  Utilizar agregados y materiales certificados y de buena calidad.
-  A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



Edad (días)	Resultado Promedio (PSI)	Requisito NTP334.090 / ASTM C150 (PSI)
A 3 días	4250	1740
A 7 días	5230	2740
A 28 días	6200	4060

Resistencia a la compresión (PSI)

■ Resultado Promedio ■ Requisito NTP334.090 / ASTM C150

Cemento Portland tipo I

Requisitos Normalizados

NTP 334.009 Tablas 1 y 3

Resultado promedio de nuestros productos.

Propiedades Químicas

QUÍMICOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
MgO (%)	6.0 máx.	2.2
SO ₃ (%)	3.0 máx.	2.7
Pérdida por ignición (%)	3.5 máx.	3.1
Residuo insoluble (%)	1.5 máx.	0.7

Propiedades Físicas

REQUISITOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
Contenido de aire del mortero (Volumen %)	12 máx.	6
Superficie específica (cm ² /g)	2600 mín.	3810
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.12
Densidad (g/mL)	A	3.12
Resistencia a la compresión mín. (MPa)		
1 día	A	15.8
3 días	12.0	30.3
7 días	19.0	37.0
28 días ⁽¹⁾	28.0	42.1
Tiempo de Fraguado, minutos, Vicat		
Inicial, no menor que:	45	110
Final, no mayor que:	375	238

A No especifica.
(1) Requisito opcional.

VENTAJAS



Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.



Fecha y hora de envasado garantiza máxima frescura.

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.090.2016.

Pacasmayo

ANEXO N.º 6: Hoja técnica de las fibras de acero en Sika.

BUILDING TRUST 

HOJA TÉCNICA

Sika® Fiber CHO 80/60 NB

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

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	<p>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.</p> <p>USOS</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS</p> <ul style="list-style-type: none">▪ 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.
---------------------------------	---

Hoja Técnica
Sika® Fiber CHO 80/60 NB
01.03.16, Edición 4

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	Longitud:	60 mm con extremos conformados
	Diámetro de la fibra:	0.75 mm
	Relación longitud/ Diámetro:	80
	Resistencia a tracción:	1200 MPa min.
	Elongación de rotura:	4% max.
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	MÉTODO DE LA APLICACIÓN 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: <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. 	

	<ul style="list-style-type: none"> 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. <p>OBSERVACIONES TÉCNICAS</p> <p>No agregue Sika® Fiber CHO 80/60 NB al mezclador antes de los áridos. Las bolsas con papel hidrosolubles pueden agregarse directamente al concreto.</p>
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	<p>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.</p> <p>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.</p> <p style="text-align: center;">“La presente Edición anula y reemplaza a la Edición Nº 3 la misma que deberá ser destruida”</p>

1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL



Sika Perú S.A.
Concrete
Centro Industrial "Las Praderas
de Lurín" s/n Mz B, Lotes 5 y 6,
Lurín
Lima
Perú
www.sika.com.pe

Hoja Técnica
Sika® Fiber CHO 80/60 NB
01.03.16, Edición 4

Versión elaborada por: Sika Perú S.A.
CG, Departamento Técnico
Telf: 618-6060
Fax: 618-6070
Mail: informacion@pe.sika.com



ANEXO N.º 7: Hoja técnica del aditivo superplastificante en Sika.



HOJA TÉCNICA

Sikament® TM-190

Superplastificante Reductor de agua de alto rango

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sikament® TM-190 es un aditivo líquido, color café. Superplastificante, reductor de agua de alto poder que produce en el concreto una consistencia superfluida o permite una alta reducción de agua de amasado. No contiene cloruros.

USOS

Sikament® TM-190 se caracteriza por su alto poder dispersante que permite una perfecta distribución de las partículas de cemento del concreto, provocando una muy completa hidratación, obteniendo así la máxima eficiencia del cemento. Este aditivo está especialmente indicado para facilitar el bombeo de concreto.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sikament® TM-190 proporciona los siguientes beneficios tanto al concreto fresco como al concreto endurecido:

- Mejora considerablemente la trabajabilidad de la mezcla.
- Disminuye el riesgo de patologías de falla en el concreto de estructuras densamente armadas y esbeltas.
- Mejora considerablemente el acabado del concreto y reproduce la textura de la formaleta.
- Se puede emplear para recuperar el asentamiento perdido en el concreto premezclado.
- Evita la segregación y disminuye la exudación del concreto fluido.
- Disminuye los tiempos de vibrado del concreto.
- Puede redosificarse el material hasta completar una dosis del 2% del peso del cemento sin alterar la calidad.
- Reduce considerablemente la permeabilidad del concreto, aumentando su durabilidad.
- Densifica el concreto y mejora su adherencia al acero de refuerzo.
- Reduce en alto grado la exudación y la retracción plástica.
- Gran economía en los diseños por la reducción de cemento alcanzable.

DATOS BÁSICOS

FORMA	ASPECTO Líquido
	COLOR Pardo Oscuro
	PRESENTACIÓN Granel x 1 L Dispenser x 1000 L.
ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL 1 año en su envase original bien cerrado y bajo techo.
DATOS TÉCNICOS	DENSIDAD 1.21 ± 0.01 Kg/L
	NORMA Sikament® TM-190 cumple normas ASTM C 494, aditivo tipo F

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN	CONSUMO / DOSIS DOSIFICACIÓN 0.5% al 2.0% del peso del cemento. La dosis óptima debe determinarse mediante ensayos preliminares.
MÉTODO DE APLICACIÓN	APLICACIÓN Como plastificante o superplastificante: - Adicionar la dosis escogida de Sikament® TM-190 en la última porción del agua de amasado de la mezcla. Reducir agua y trabajar justo con la trabajabilidad requerida. Al reducir agua la mezcla pierde trabajabilidad muy rápido. Colóquela y víbrela inmediatamente. Puede usarse combinándolo con la dosis adecuada de un plastificante retardante del tipo: Plastiment® TM-12 con el fin de atenuar este fenómeno. PRECAUCIÓN La elaboración de concreto o mortero fluido exige una buena distribución granulométrica. Se debe garantizar un suficiente contenido de finos para evitar la segregación del material fluido. En caso de deficiencia de finos dosificar Sika® Aer para incorporar del 3% al 4% de aire en la mezcla. El uso de concreto fluido demanda un especial cuidado en el sellado de las formaletas para evitar la pérdida de la pasta. La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales y en las condiciones de la obra. Al adicionar Sikament® TM-190 súper fluidificar una mezcla con asentamiento menor de 5 cm, el efecto súper plastificante se reduce notablemente y se incrementan los requerimientos del aditivo. Cuando se emplea para recuperar la bombeabilidad de una mezcla perdida por demoras en la colocación y se desea plasticidad por más de 1 hora adicional, agregue un plastificante retardante y luego Sikament® TM-190 o Sikament® -306.

Los mejores resultados se obtienen cuando los componentes que intervienen en la preparación del concreto cumplen con las normas vigentes. Dosificar por separado cuando se usen otros aditivos en la misma mezcla, si se emplea un plastificante retardante añadirlo previamente al Sika ment® TM- 190. El curado del concreto con agua y/o Sika® Antisol® S antes y después del fraguado es indispensable.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

PRECAUCIONES DURANTE LA MANIPULACION

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

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.C. 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.

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sikament® TM-190 :

1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL



Sika Perú S.A.C.
Concrete
Habilitación Industrial El
Lúcumo Mz B Lote 6, Lurín
Lima
Perú
www.sika.com.pe

Hoja Técnica
Sikament® TM-190
01.08.16, Edición 1

Versión elaborada por: **Sika Perú S.A.C.**
CG, Departamento Técnico
Telf: 618-6050
Fax: 618-6070
Mail: informacion@pe.sika.com



© 2014 Sika Perú S.A.C.

ANEXO N.º 8: Validación de Guía de observación.

GUIA DE OBSERVACIÓN DEL CONCRETO					
1.- DATOS INFORMATIVOS					
1.1. Nombre de Investigadores	Bach. Darlin Jeyson Barrueto Briceño				
	Bach. Junior Michael Monsefú Espinal				
1.2.- Ubicación	Trujillo				
1.3.- Fecha de Muestreo	16/02/2021				
1.4.- Hora de Ensayo	23/02/2021				
2.- DATOS ESPECIFICOS					
RESISTENCIA A COMPRESIÓN					
2.2.- Tiempo de Curado	a) 7 días				
	b) 14 días				
	c) 28 días				
2.2.- Datos de Probeta: Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm ²	Espécimen N°	1	2	3	4
	a) Diámetro (cm)	10.1			
	b) Área de contacto (cm ²)	80.12			
	c) Carga de rotura (kg)	19452	19657	19846	20748
	d) Resistencia (kg/cm ²)	243	245	248	259
2.3.- Datos de Probeta: Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm ² con fibras de acero al 30kg/m ³ más superplastificante al 0.8%	Espécimen N°	1	2	3	4
	a) Diámetro (cm)	10.1			
	b) Área de contacto (cm ²)	80.12			
	c) Carga de rotura (kg)	21509	21789	22019	22175
	d) Resistencia (kg/cm ²)	268	272	275	277
	e) Fibra de Acero	30 kg/m ³			
	f) Aditivo Superplastificante	0.80%			



 Carla Evelin Vargas Toribio
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 170889

GUIA DE OBSERVACIÓN DEL CONCRETO					
1.- DATOS INFORMATIVOS					
1.1. Nombre de Investigadores	Bach. Darlin Jeyson Barrueto Briceño Bach. Junior Michael Monsefú Espinal				
1.2.- Ubicación	Trujillo				
1.3.- Fecha de Muestreo	16/02/2021				
1.4.- Hora de Ensayo	02/03/2021				
2.- DATOS ESPECIFICOS					
RESISTENCIA A COMPRESIÓN					
2.2.- Tiempo de Curado	a) 7 días				
	b) 14 días				
	c) 28 días				
2.2.- Datos de Probeta: Concreto Tradicional $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Espécimen N°	1	2	3	4
	a) Diámetro (cm)	10.1			
	b) Área de contacto (cm ²)	80.12			
	c) Carga de rotura (kg)	23400	23829	23836	24082
	d) Resistencia (kg/cm ²)	292	297	298	301
2.3.- Datos de Probeta: Concreto Tradicional $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con fibras de acero al 30kg/m ³ más superplastificante al 0.8%	Espécimen N°	1	2	3	4
	a) Diámetro (cm)	10.1			
	b) Área de contacto (cm ²)	80.12			
	c) Carga de rotura (kg)	25602	25909	26148	26433
	d) Resistencia (kg/cm ²)	320	323	326	330
	e) Fibra de Acero	30 kg/m ³			
f) Aditivo Superplastificante	0.80%				
 ----- Carla Evelin Vargas Toribio ING. CIVIL R. CIP. N° 170889					

GUIA DE OBSERVACIÓN DEL CONCRETO					
1.- DATOS INFORMATIVOS					
1.1. Nombre de Investigadores	Bach. Darlin Jeyson Barrueto Briceño Bach. Junior Michael Monsefú Espinal				
1.2.- Ubicación	Trujillo				
1.3.- Fecha de Muestreo	16/02/2021				
1.4.- Hora de Ensayo	16/03/2021				
2.- DATOS ESPECIFICOS					
RESISTENCIA A COMPRESIÓN					
2.2.- Tiempo de Curado	a) 7 días				
	b) 14 días				
	c) 28 días				
2.2.- Datos de Probeta: Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm ²	Espécimen N°	1	2	3	4
	a) Diámetro (cm)	10.1			
	b) Área de contacto (cm ²)	80.12			
	c) Carga de rotura (kg)	26879	27404	27641	28104
	d) Resistencia (kg/cm ²)	335	342	345	351
2.3.- Datos de Probeta: Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm ² con fibras de acero al 30kg/m ³ más superplastificante al 0.8%	Espécimen N°	1	2	3	4
	a) Diámetro (cm)	10.1			
	b) Área de contacto (cm ²)	80.12			
	c) Carga de rotura (kg)	28426	28622	29244	30587
	d) Resistencia (kg/cm ²)	355	357	365	382
	e) Fibra de Acero	30 kg/m ³			
f) Aditivo Superplastificante	0.80%				
 ----- Carla Evelin Vargas Toribio ING. CIVIL R. CIP. N° 170889					

GUIA DE OBSERVACIÓN DEL CONCRETO				
1.- DATOS INFORMATIVOS				
1.1. Nombre de Investigadores	Bach. Darlin Jeyson Barrueto Briceño Bach. Junior Michael Monsefú Espinal			
1.2.- Ubicación	Trujillo			
1.3.- Fecha de Muestreo	16/02/2021			
1.4.- Hora de Ensayo	02/03/2021			
2.- DATOS ESPECIFICOS				
RESISTENCIA A FLEXIÓN				
2.2.- Tiempo de Curado	a) 7 días			
	b) 14 días			
	c) 28 días			
2.2.- Datos de Probeta: Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm ²	Espécimen N°	1	2	3
	a) Largo Promedio (cm)	46.5	46.5	46.5
	b) Ancho Promedio (cm ²)	15.6	15.5	15.6
	c) Altura Promedio (cm)	15.5	15.7	15.5
	d) Carga de rotura (kg)	3381	3542	3650
	e) Resistencia (kg/cm ²)	41.9	43.9	44.4
2.3.- Datos de Probeta: Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm ² con fibras de acero al 30kg/m ³ más superplastificante al 0.8%	Espécimen N°	1	2	3
	a) Largo Promedio (cm)	46.5	46.5	46.5
	b) Ancho Promedio (cm ²)	15.6	15.5	15.6
	c) Altura Promedio (cm)	15.5	15.7	15.5
	d) Carga de rotura (kg)	3786	3864	3920
	e) Resistencia (kg/cm ²)	47.3	47.6	48
	f) Fibra de Acero	30 kg/m ³		
g) Aditivo Superplastificante	0.80%			



Carla Evelin Vargas Toribio
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 170889

GUIA DE OBSERVACIÓN DEL CONCRETO				
1.- DATOS INFORMATIVOS				
1.1. Nombre de Investigadores	Bach. Darlin Jeyson Barrueto Briceño Bach. Junior Michael Monsefú Espinal			
1.2.- Ubicación	Trujillo			
1.3.- Fecha de Muestreo	16/02/2021			
1.4.- Hora de Ensayo	16/03/2021			
2.- DATOS ESPECIFICOS				
RESISTENCIA A FLEXIÓN				
2.2.- Tiempo de Curado	a) 7 días			
	b) 14 días			
	c) 28 días			
2.2.- Datos de Probeta: Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm ²	Espécimen N°	1	2	3
	a) Largo Promedio (cm)	46.5	46.5	46.5
	b) Ancho Promedio (cm ²)	15.6	15.5	15.6
	c) Altura Promedio (cm)	15.5	15.7	15.5
	d) Carga de rotura (kg)	3902	3841	3932
	e) Resistencia (kg/cm ²)	47.5	48	49.1
2.3.- Datos de Probeta: Concreto Tradicional F'c = 210 kg/cm ² con fibras de acero al 30kg/m ³ más superplastificante al 0.8%	Espécimen N°	1	2	3
	a) Largo Promedio (cm)	46.5	46.5	46.5
	b) Ancho Promedio (cm ²)	15.7	15.5	15.5
	c) Altura Promedio (cm)	15.6	15.5	15.5
	d) Carga de rotura (kg)	4145	4210	4185
	e) Resistencia (kg/cm ²)	51.1	51.2	51.3
	f) Fibra de Acero	30 kg/m ³		
	g) Aditivo Superplastificante	0.80%		
 ----- Carla Evelyn Vargas Toribio ING. CIVIL R. CIP. N° 170889				

ANEXO N.º 9: Validación de ensayos en Laboratorio de Suelos



INFORME DE ENSAYO N° 0231-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 23/02/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : DARLIN JEYSON BARRUETO BRICEÑO / JUNIOR MICHAEL MONSEFU ESPINAL
 PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 ID MUESTRA : CONCRETO PATRON F'c = 210 KG/CM2

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Dímetro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
CP210-(1)	210	16/02/2021	23/02/2021	7	10.1	80.12	19452	243	116%	2
CP210-(2)	210	16/02/2021	23/02/2021	7	10.1	80.12	19657	245	117%	1
CP210-(3)	210	16/02/2021	23/02/2021	7	10.1	80.12	19846	248	118%	1
CP210-(4)	210	16/02/2021	23/02/2021	7	10.1	80.12	20748	259	123%	1
Promedio								249	119%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LC/D/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-03 1-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elemento de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C 1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Caria Evelin Vargas Torbio
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andrés III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



INFORME DE ENSAYO N° 0246-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 23/02/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : DARLIN JEYSON BARRUETO BRICEÑO / JUNIOR MICHAEL MONSEFU ESPINAL
 PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + FIBRA METALICA (30KG/M3) Y SUPERPLASTIFICANTE (0.8%)

2. TIPO DE ENSAYO:

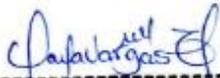
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Díametro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210FM-(1)	210	16/02/2021	23/02/2021	7	10.1	80.12	21509	268	128%	1
C210FM-(2)	210	16/02/2021	23/02/2021	7	10.1	80.12	21789	272	130%	2
C210FM-(3)	210	16/02/2021	23/02/2021	7	10.1	80.12	22019	275	131%	1
C210FM-(4)	210	16/02/2021	23/02/2021	7	10.1	80.12	22175	277	132%	1
Promedio								273	130%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LC/D/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-03 1-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C 1231.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.


 Caria Evelin Vargas Toribio
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 95 1441959 // ventas@qce.com.pe



INFORME DE ENSAYO N° 0259-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 02/03/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : DARLIN JEYSON BARRUETO BRICEÑO / JUNIOR MICHAEL MONSEFU ESPINAL
 PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 ID MUESTRA : CONCRETO PATRON F'c = 210 KG/CM2

2. TIPO DE ENSAYO:

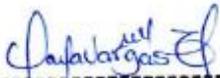
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Dímetro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
CP2 10-(5)	210	16/02/2021	02/03/2021	14	10.1	80.12	23400	292	139%	2
CP2 10-(6)	210	16/02/2021	02/03/2021	14	10.1	80.12	23829	297	141%	2
CP2 10-(7)	210	16/02/2021	02/03/2021	14	10.1	80.12	23836	298	142%	1
CP2 10-(8)	210	16/02/2021	02/03/2021	14	10.1	80.12	24082	301	143%	1
Promedio								297	141%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001LC/D2, N° Serie 05022021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-03 1-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.



Carla Evelyn Vargas Toribio
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 95 1441959 // ventas@qce.com.pe



INFORME DE ENSAYO N° 0264-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 02/03/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : DARLIN JEYSON BARRUETO BRICEÑO / JUNIOR MICHAEL MONSEFU ESPINAL
 PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + FIBRA METALICA (30KG/M3) Y SUPERPLASTIFICANTE (0.8%)

2. TIPO DE ENSAYO:

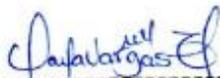
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210FM-(5)	210	16/02/2021	02/03/2021	14	10.1	80.12	25602	320	152%	2
C210FM-(6)	210	16/02/2021	02/03/2021	14	10.1	80.12	25909	323	154%	1
C210FM-(7)	210	16/02/2021	02/03/2021	14	10.1	80.12	26148	326	155%	2
C210FM-(8)	210	16/02/2021	02/03/2021	14	10.1	80.12	26433	330	157%	1
Promedio								325	155%	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-03 1-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elemento de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 95 1441959 // ventas@qce.com.pe



INFORME DE ENSAYO N° 0313-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 16/03/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : DARLIN JEYSON BARRUETO BRICEÑO / JUNIOR MICHAEL MONSEFU ESPINAL
 PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 ID MUESTRA : CONCRETO PATRON F'C = 210 KG/CM2

2. TIPO DE ENSAYO:

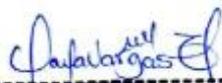
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
CP210-(9)	210	16/02/2021	16/03/2021	28	10.1	80.12	26879	335	160%	2
CP210-(10)	210	16/02/2021	16/03/2021	28	10.1	80.12	27404	342	163%	2
CP210-(11)	210	16/02/2021	16/03/2021	28	10.1	80.12	27641	345	164%	1
CP210-(12)	210	16/02/2021	16/03/2021	28	10.1	80.12	28104	351	167%	1
Promedio								343	163%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 05022021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-03 1-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.



Carla Evelin Vargas Toribio
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



INFORME DE ENSAYO N° 0315-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 16/03/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : DARLIN JEYSON BARRUETO BRICEÑO / JUNIOR MICHAEL MONSEFU ESPINAL
 PROYECTO : TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + FIBRA METALICA (30KG/M3) Y SUPERPLASTIFICANTE (0.8%)

2. TIPO DE ENSAYO:

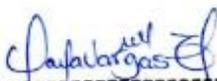
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Díametro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
C210FM-(9)	210	16/02/2021	16/03/2021	28	10.1	80.12	28426	355	169%	1
C210FM-(10)	210	16/02/2021	16/03/2021	28	10.1	80.12	28622	357	170%	2
C210FM-(11)	210	16/02/2021	16/03/2021	28	10.1	80.12	29244	365	174%	1
C210FM-(12)	210	16/02/2021	16/03/2021	28	10.1	80.12	30587	382	182%	
Promedio								365	174%	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCDV2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C 1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe



INFORME DE ENSAYO N° 0260-2020-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 02/03/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : DARLIN JEYSON BARRUETO BRICEÑO / JUNIOR MICHAEL MONSEFU ESPINAL
 PROYECTO : PROYECTO DE TESIS UNIVERSITARIA
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 ID MUESTRA : CONCRETO PATRON F'C = 210 KG/CM2

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA A LOS TERCIOS DEL TRAMO
 (Norma de Ensayo NTP 339.078-2012)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	Fb (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (kg)	Resistencia Flexión (kg/cm ²)	Ubicación de la Falla
CP210(F)-1	N.E.	16/02/2021	02/03/2021	14	15.6	15.5	46.5	3381	41.9	Tercio Central
CP210(F)-2	N.E.	16/02/2021	02/03/2021	14	15.5	15.7	46.5	3650	44.4	Tercio Central
CP210(F)-3	N.E.	16/02/2021	02/03/2021	14	15.6	15.5	46.5	3542	43.9	Tercio Central
Promedio									43.4	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solidante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (fb), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, Nro. Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020.



Carla Evelin Vargas Toribio
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 95 1441959 // ventas@qce.com.pe



INFORME DE ENSAYO N° 0265-2020-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 02/03/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : DARLIN JEYSON BARRUETO BRICEÑO / JUNIOR MICHAEL MONSEFU ESPINAL
 PROYECTO : PROYECTO DE TESIS UNIVERSITARIA
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + FIBRA METALICA (30KG/M3) Y SUPERPLASTIFICANTE (0.8%)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA A LOS TERCIOS DEL TRAMO
 (Norma de Ensayo NTP 339.078-2012)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	Fb (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (kg)	Resistencia Flexión (kg/cm ²)	Ubicación de la Falla
C210FM(F)-1	N.E.	16/02/2021	02/03/2021	14	15.5	15.6	46.5	3864	47.6	Tercio Central
C210FM(F)-2	N.E.	16/02/2021	02/03/2021	14	15.5	15.5	46.5	3786	47.3	Tercio Central
C210FM(F)-3	N.E.	16/02/2021	02/03/2021	14	15.6	15.6	46.5	3920	48.0	Tercio Central
Promedio									47.6	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (Fb), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, Nro. Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020.



Carla Evelin Vargas Toribio
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 95 1441959 // ventas@qce.com.pe



INFORME DE ENSAYO N° 0314-2020-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 16/03/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : DARLIN JEYSON BARRUETO BRICEÑO / JUNIOR MICHAEL MONSEFU ESPINAL
 PROYECTO : PROYECTO DE TESIS UNIVERSITARIA
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 ID MUESTRA : CONCRETO PATRON F^oC = 210 KG/CM²

2. TIPO DE ENSAYO:

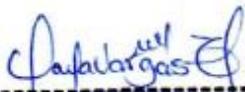
RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA A LOS TERCIOS DEL TRAMO
 (Norma de Ensayo NTP 339.078-2012)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	Fb (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (kg)	Resistencia Flexion (kg/cm ²)	Ubicación de la Falla
CP210(F)-4	N.E.	16/02/2021	16/03/2021	28	15.7	15.6	46.5	3902	47.5	Tercio Central
CP210(F)-5	N.E.	16/02/2021	16/03/2021	28	15.5	15.5	46.5	3841	48.0	Tercio Central
CP210(F)-6	N.E.	16/02/2021	16/03/2021	28	15.5	15.5	46.5	3932	49.1	Tercio Central
Promedio									48.2	

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (fb) e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, Nro. Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020.



Carla Evelin Vargas Toribio
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

Av. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 95 1441959 // ventas@qce.com.pe



INFORME DE ENSAYO N° 0316-2020-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 16/03/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : DARLIN JEYSON BARRUETO BRICEÑO / JUNIOR MICHAEL MONSEFU ESPINAL
 PROYECTO : PROYECTO DE TESIS UNIVERSITARIA
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 ID MUESTRA : CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 + FIBRA METALICA (30KG/M3) Y SUPERPLASTIFICANTE (0.8%)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA A LOS TERCIOS DEL TRAMO
 (Norma de Ensayo NTP 339.078-2012)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	Fb (kg/cm2)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Flexion (kg/cm2)	Ubicación de la Falla
C210FM(F)-4	N.E.	16/02/2021	16/03/2021	28	15.7	15.6	46.5	4145	51.10	Tercio Central
C210FM(F)-5	N.E.	16/02/2021	16/03/2021	28	15.5	15.5	46.5	4210	51.20	Tercio Central
C210FM(F)-6	N.E.	16/02/2021	16/03/2021	28	15.5	15.5	46.5	4185	51.30	Tercio Central
Promedio									51.2	

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (fb), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001L, CD/2, Nro. Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-031-2020.



Carla Evelin Vargas Torbio
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 95 1441959 // ventas@qce.com.pe

ANEXO N.º 10: Panel Fotográfico



Figura 34: Método de cuarteo del agregado grueso.
Fuente: Autores de tesis



Figura 35: Muestra del agregado grueso.
Fuente: Autores de tesis



Figura 36: Método de cuarteo del agregado fino.
Fuente: Autores de tesis



Figura 37: Muestra del agregado fino..
Fuente: Autores de tesis



Figura 38: Análisis granulométrico del agregado fino.
Fuente: Autores de tesis



Figura 39: Análisis granulométrico del agregado grueso.
Fuente: Autores de tesis



Figura 41: Peso específico y absorción del agregado grueso
Fuente: Autores de tesis



Figura 43: Mostrando el ensayo de absorción del agregado grueso
Fuente: Autores de tesis



Figura 40: Análisis Peso específico y absorción del agregado fino.
Fuente: Autores de tesis



Figura 44: Muestra para el peso específico del agregado fino
Fuente: Autores de tesis



Figura 42: Ensayo con la fiola
Fuente: Autores de tesis



Figura 46: Peso unitario suelto del agregado grueso
Fuente: Autores de tesis



Figura 45: Peso unitario compactado del agregado grueso
Fuente: Autores de tesis



Figura 48: Chuseando para el peso unitario de la grava
Fuente: Autores de tesis



Figura 47: Enrazando para el peso unitario de la grava
Fuente: Autores de tesis



Figura 51: Peso unitario suelto del agregado fino
Fuente: Autores de tesis



Figura 50: Peso unitario compactado del agregado fino
Fuente: Autores de tesis

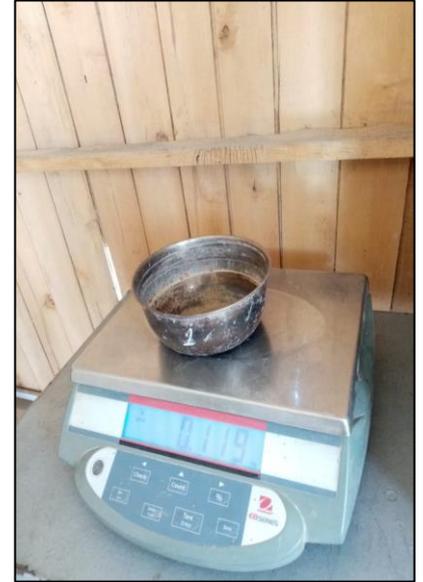


Figura 49: Peso del recipiente para el contenido de humedad
Fuente: Autores de tesis



Figura 52: Peso del recipiente más muestra húmeda
Fuente: Autores de tesis



Figura 53: Ensayo del contenido de humedad
Fuente: Autores de tesis



Figura 54: Cemento Pacasmayo Tipo I
Fuente: Autores de tesis



Figura 56: Peso del Cemento Pacasmayo
Fuente: Autores de tesis



Figura 55: Aditivo Superplastificante
Fuente: Autores de tesis



Figura 57: Fibras de acero-SikaFiber
Fuente: Autores de tesis



Figura 59: Peso de las Fibras de acero
Fuente: Autores de tesis

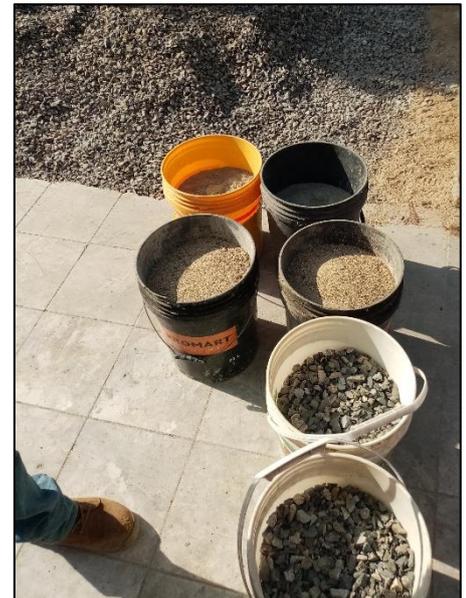


Figura 58: Agregados para la mezcla
Fuente: Autores de tesis



Figura 60: Agregado fino, grueso y cemento, peso por tanda de mezcla
Fuente: Autores de tesis



Figura 61: Peso de agregado grueso
Fuente: Autores de tesis



Figura 64: Mezcladora y carretilla para realizar la mezcla
Fuente: Autores de tesis



Figura 63: Selección de moldes de las probetas por cada tanda
Fuente: Autores de tesis



Figura 62: Desmoldante para los moldes de las probetas por cada tanda
Fuente: Autores de tesis



Figura 65: Mezclado de materiales en el trompo
Fuente: Autores de tesis



Figura 67: Mezcla del concreto tradicional
Fuente: Autores de tesis



Figura 66: Mezcla del concreto con fibras de acero más aditivo superplastificante
Fuente: Autores de tesis



Figura 70: Vaciado de mezcla a la carretilla
Fuente: Autores de tesis



Figura 69: Temperatura de la mezcla del concreto tradicional
Fuente: Autores de tesis



Figura 68: Temperatura de la mezcla del concreto con fibras de acero más aditivo superplastificante
Fuente: Autores de tesis



Figura 71: Ensayo de consistencia del concreto
 Fuente: Autores de tesis



Figura 72: Consistencia del concreto
 tradicional
 Fuente: Autores de tesis



Figura 73: Consistencia del concreto con fibras
 de acero más aditivo superplastificante
 Fuente: Autores de tesis



Figura 74: Ensayo del peso unitario del
 concreto
 Fuente: Autores de tesis



Figura 76: Llenado de molde con concreto
 Fuente: Autores de tesis



Figura 75: Peso unitario del concreto
 tradicionla
 Fuente: Autores de tesis



Figura 79: Molde para el ensayo del peso unitario
Fuente: Autores de tesis



Figura 77: Muestra de peso unitario del concreto tradicional
Fuente: Autores de tesis



Figura 78: Muestra del peso unitario del concreto con fibras de acero más aditivo superplastificante
Fuente: Autores de tesis



Figura 80: Ensayo del contenido de aire atrapado en el concreto
Fuente: Autores de tesis



Figura 82: Contenido de aire en el concreto tradicional
Fuente: Autores de tesis



Figura 81: Contenido de aire en el concreto con fibras de acero más aditivo superplastificante
Fuente: Autores de tesis



Figura 83: Elaboración de probetas
Fuente: Autores de tesis



Figura 85: Chuseado de concreto en vigas
Fuente: Autores de tesis



Figura 84: Acabado del llenado de probetas prismáticas
Fuente: Autores de tesis



Figura 86: Llenado de concreto en probetas
Fuente: Autores de tesis



Figura 87: Probetas cilíndricas con concreto tradicional
Fuente: Autores de tesis



Figura 88: Probetas cilíndricas de concreto con fibras de acero más aditivo superplastificante
Fuente: Autores de tesis



Figura 90: Probetas prismáticas con concreto tradicional
Fuente: Autores de tesis



Figura 89: Probetas prismáticas de concreto con
fibras de acero más aditivo superplastificante
Fuente: Autores de tesis



Figura 91: Desencofrado de probetas para someterlas al curado final
Fuente: Autores de tesis



Figura 92: Desencofrado y colocación de marca en probetas
Fuente: Autores de tesis



Figura 93: Curado de probetas cilíndricas y prismáticas
Fuente: Autores de tesis



Figura 94: Probetas cilíndricas de concreto en tiempo de curado
Fuente: Autores de tesis



Figura 95: Toma de medidas de las probetas para ensayarlas a compresión
Fuente: Autores de tesis



Figura 97: Tomando medidas a las dimensiones de la probetas cilíndricas
Fuente: Autores de tesis



Figura 96: Máquina de compresión y flexión
Fuente: Autores de tesis



Figura 99: Ensayo a la compresión del concreto
Fuente: Autores de tesis



Figura 98: Verificación del ensayo de compresión
Fuente: Autores de tesis



Figura 101: Ensayo a la flexión del concreto
Fuente: Autores de tesis



Figura 100: Verificación del ensayo de flexión
Fuente: Autores de tesis



Figura 102: Toma de medidas en probetas cilíndricas, después de la resistencia a la compresión

Fuente: Autores de tesis



Figura 103: Vista de probetas cilíndricas después del ensayo a la compresión

Fuente: Autores de tesis



Figura 104: Rotura de probetas de concreto tradicional
Fuente: Autores de tesis



Figura 105: Rotura de probetas de concreto con fibras de acero más superplastificante
Fuente: Autores de tesis



Figura 107: Corte central con de concreto tradicional
Fuente: Autores de tesis



Figura 108: Corte central con de concreto con fibras de acero más superplastificante
Fuente: Autores de tesis



Figura 106: Toma de medidas en probetas prismáticas, después del ensayo a la flexión
Fuente: Autores de tesis



Figura 110: Probetas ensayas a flexión a los 14 días
Fuente: Autores de tesis



Figura 109: Resultado de probetas ensayas a flexión a los 28 días
Fuente: Autores de tesis