



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de compresión y flexión de un concreto patrón $f'c$ 210kg/cm² y un concreto reemplazado en porcentajes del 1, 2, 3 y 4% con Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, elaborado con agregados de las canteras de Vicho y Cunyac.

Presentado por los bachilleres:

Joel Romario Carrillo Leiva

Jairo Francisco Rojas Chávez

Para optar el Título de Ingeniero Civil

Asesor:

Ing. Heiner Soto Flores

**CUSCO-PERÚ
2017**





DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Mery Luz y Raúl por el apoyo incondicional para realizar uno de mis principales objetivos.

De la misma manera también dedico esta investigación a mis compañeros y a aquellos que la revisarán como guía.

Jairo Francisco Rojas Chávez

Dedico el trabajo realizado a mis padres Cristina y Jorge Gerardo, ya que ellos me dieron el apoyo incondicional que necesite para realizar este objetivo en mi vida profesional.

Joel Romario Carrillo Leiva



AGRADECIMIENTOS

Agradecer de manera especial al Ing. Heiner Soto Florez, por aceptar la dirección de ésta investigación, A todos los docentes de la facultad de Ingeniería Civil por brindar sus conocimientos y experiencias y a las personas que con su apoyo hicieron posible concluir ésta investigación.

Jairo Francisco Rojas Chávez

Agradezco a todos los docentes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura que estuvieron allí en la formación de mi vida profesional, así mismo agradecer especialmente al Ing. Heiner Soto Florez por aceptar la tutoría de la tesis de investigación.

Y a todos mis amigos y personas que hicieron posible la conclusión de esta investigación.

Joel Romario Carrillo Leiva



RESUMEN

La presente tesis de investigación tiene como objetivo principal hacer un análisis comparativo de un concreto patrón f_c 210 kg/cm² y un concreto adicionado con fibras de acero Dramix 3D, en la resistencia del concreto tanto a compresión y flexión.

Los concretos fueron elaborados con cemento Portland IP, agregado fino de las canteras de Cunyac (75%) y confitillo de Vicho (25%), agregado grueso de ¾" de la cantera de Vicho, pues estos fueron los agregados escogidos que cumplieron con las características exigidas por las Normas Técnicas Peruanas, fibras de acero Dramix 3D en porcentajes de 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla y aditivo plastificante Sika HE-98, el concreto fue diseñado con el método ACI (American Concrete Institute).

Se realizaron 90 probetas cilíndricas y 90 testigos prismáticos de acuerdo a la Norma ASTM C 31/C 31M – 03a (American Society of Testing Materials), las cuales fueron sometidas a ensayos de resistencia a compresión y flexión con la inclusión de la fibra de acero en dosificaciones de 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, cantidades que se consideraron razonables para la investigación, basados en fichas técnicas de los proveedores de este material. De la misma manera se consideró la influencia de estas fibras de acero en la consistencia de concreto, estudiada a través del Cono de Abrams.

Los resultados obtenidos con la inclusión de fibras de acero Dramix 3D al 2%, presentaron un mejor comportamiento a compresión para 28 días de curado, y la inclusión de fibras de acero Dramix 3D al 3%, presentaron un mejor comportamiento a flexión para 28 días.

En conclusión, el reemplazo en 2% y 3% con fibras de acero Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, dan como resultado un mejor comportamiento a compresión y flexión en el concreto.

**ABSTRACT**

The main objective of the present research thesis is to make a comparative analysis of a concrete standard $f'c$ 210 kg / cm² and a concrete added with fibers of steel Dramix 3D, in the resistance of the concrete both to compression and flexion.

The concretes were made with portland cement IP, fine aggregate of Cunyac quarries (75%) and Vicho conifer (25%), aggregate of 3/4 of the quarry of Vicho, as these were the selected aggregates that complied with The characteristics required by ASTM C 31, Dramix 3D steel fibers in percentages of 1, 2, 3 and 4% with respect to the volume of the fine aggregate of the mixture and plasticizing additive Sika HE-98, the concrete was designed with the method ACI.

A total of 90 cylindrical specimens (10x20cm Briquettes) were used as standard ASTM C 31 and 90 prisms (beams), which were subjected to tests of resistance to compression and flexion with the inclusion of steel fiber in dosages of 1, 2, 3 and 4% in relation to the volume of the fine aggregate of the mixture, amounts considered reasonable for the investigation, based on the data sheets of the suppliers of this material. In the same way, the influence of these steel fibers on the concrete consistency, studied through the Abrams cone, was considered.

The results obtained with the inclusion of 2% Dramix 3D steel fibers showed a better compression behavior for 28 days of curing and the inclusion of 3% Dramix 3D steel fibers showed a better flexural behavior for 28 days.



INTRODUCCIÓN

En la actualidad el Concreto es considerado el material de construcción más utilizado debido a su extraordinaria versatilidad para moldearse y sus propiedades tanto físicas como mecánicas para su uso como elemento estructural, debido a esto el concreto sigue siendo un objeto de estudio para así mejorar sus propiedades en estado fresco y endurecido.

Un motivo de estudio fue el de mejorar las propiedades mecánicas, comportamiento a los esfuerzos tanto a compresión como a flexión, añadiendo de esta manera componentes ajenos al diseño de mezcla tradicional como, fibras textiles, aditivos y fibras de acero.

En el presente trabajo se realizó un análisis comparativo respecto a las propiedades mecánicas del concreto patrón $f'c$ 210kg/cm² y el concreto reemplazado en porcentajes de 1, 2, 3 y 4% con Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, determinando la variación de las propiedades mecánicas de Compresión y Flexión. Para todas las mezclas de concreto, por recomendación del fabricante, usamos un aditivo plastificante, en nuestro caso el Sika HE-98 para la reducción de la relación agua/cemento y mejorar la trabajabilidad de la mezcla de concreto reemplazada con las fibras de acero Dramix 3D.

En la tesis se utilizó agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de la cantera de Cunyac. Se realizó el diseño de mezclas por el método del ACI (American Concrete Institute), y se evaluó la resistencia a la compresión y a la flexión en las edades de 7, 14 y 28 días.

Para el desarrollo de la investigación se utilizó normas y reglamentos peruanos: Norma Técnica Peruana, ASTM, además de libros referidos a concreto, y manuales de ensayos de laboratorio.

En un inicio se determinó el lugar de procedencia de los agregados que se usaron en el concreto. Se procedió a introducir el marco teórico correspondiente para el desarrollo del concreto, Así mismo se proporcionó



información de la fibra de acero Dramix 3D (patente PRODAC), partiendo de sus especificaciones, y el procedimiento para su correcto uso en el concreto.

Se obtuvo los resultados mediante los ensayos de rotura de testigos a compresión y rotura de testigos a flexión, se complementó los estudios realizando los ensayos en laboratorio como: granulometría, contenido de humedad y porcentaje de vacíos.

Luego se presentó un análisis correspondiente a los datos obtenidos en los ensayos de rotura de briquetas a compresión y flexión.

Por último se formularon las conclusiones y recomendaciones del comportamiento del concreto patrón y el concreto adicionado con Dramix 3D en porcentajes de 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....i

AGRADECIMIENTOS ii

RESUMEN iii

ABSTRACT..... iv

INTRODUCCIÓNv

ÍNDICE GENERAL vii

ÍNDICE DE TABLAS..... xiii

ÍNDICE DE FIGURAS..... xvii

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS xviii

CAPÍTULO I - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

1.1. Identificación del problema.....1

 1.1.1. Descripción del problema1

 1.1.2. Formulación interrogativa del problema.....2

 1.1.2.1 Formulación interrogativa del problema general2

 1.1.2.2 Formulación interrogativa de los problemas específicos2

1.2. Justificación e importancia de la investigación.....3

 1.2.1. Justificación técnica.....3

 1.2.2. Justificación social3

 1.2.3. Justificación por viabilidad.....3

 1.2.4. Justificación por relevancia.....3

1.3. Limitaciones de la investigación4

1.4. Objetivo de la investigación.....5

 1.4.1. Objetivo general5

 1.4.2. Objetivos específicos5

1.5. Hipótesis.....6

 1.5.1. Hipótesis general.....6

 1.5.2. Sub hipótesis6

1.6. Definición de variables7

 1.6.1. Variable independiente7

 1.6.1.1 Indicadores de las variables independientes7

 1.6.2. Variables dependientes7

 1.6.2.1 Indicadores de las variables dependientes.....7

1.7. Cuadro de operacionalización de variables8



CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO DE LA TESIS..... 9

2.1. Antecedentes de la tesis..... 9

 2.1.1. Antecedentes a nivel local 9

 2.1.2. Antecedentes a nivel nacional 9

 2.1.3. Antecedentes a nivel internacional..... 10

2.2. Aspectos teóricos pertinentes 11

 2.2.1. Concreto convencional 11

 2.2.1.1 Generalidades del concreto convencional..... 11

 2.2.1.1.1 Definición del concreto..... 11

 2.2.1.1.2 Importancia del concreto..... 11

 2.2.1.2 Requisitos de la mezcla..... 12

 2.2.1.3 Componentes del concreto..... 12

 2.2.1.3.1 Cemento..... 13

 2.2.1.3.2 Agregados 14

 2.2.1.3.3 Agua..... 25

 2.2.1.3.4 Fibra 27

 2.2.1.3.5 Aditivo..... 34

 2.2.1.4 Propiedades del concreto 36

 2.2.1.4.1 Propiedades del concreto fresco..... 37

 2.2.1.4.2 Propiedades del concreto endurecido..... 39

 2.2.1.5 Diseño de mezclas 43

 2.2.1.5.1 Cemento..... 43

 2.2.1.5.2 Agua..... 43

 2.2.1.5.3 Agregados 43

 2.2.1.5.4 Aditivos 44

 2.2.1.5.5 Diseño de mezclas según método del american concrete institute (ACI) 44

CAPÍTULO III - METODOLOGÍA..... 49

3.1. Metodología de la investigación 49

 3.1.1. Tipo de investigación..... 49

 3.1.2. Nivel de la investigación 49

 3.1.3. Método de la investigación..... 49

3.2. Diseño de la investigación 50

 3.2.1. Diseño metodológico..... 50

 3.2.2. Diseño de ingeniería..... 50

3.3. Universo y muestra 51



- 3.3.1. Universo.....51
 - 3.3.1.1 Descripción del universo.....51
 - 3.3.1.2 Cuantificación del universo.....51
- 3.3.2. Muestra51
 - 3.3.2.1 Descripción de la muestra51
 - 3.3.2.2 Cuantificación de la muestra.....51
 - 3.3.2.3 Método de muestreo.....52
 - 3.3.2.4 Criterios de la evaluación de muestra52
 - 3.3.2.5 Criterios de inclusión53
- 3.4. Instrumentos.....53
 - 3.4.1. Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos53
 - 3.4.2. Instrumentos de ingeniería.....60
- 3.5. Procedimiento de recolección de datos62
 - 3.5.1. Granulometría de agregados finos – Vicho y Cunyac.....62
 - 3.5.1.1 Instrumentos o equipos utilizados62
 - 3.5.1.2 Procedimiento62
 - 3.5.1.3 Datos obtenidos65
 - 3.5.2. Granulometría del agregado grueso - Vicho.....66
 - 3.5.2.1 Instrumentos o equipos utilizados66
 - 3.5.2.2 Procedimiento66
 - 3.5.2.3 Datos obtenidos67
 - 3.5.3. Peso específico agregado fino – Vicho y Cunyac.....68
 - 3.5.3.1 Instrumentos utilizados68
 - 3.5.3.2 Procedimiento68
 - 3.5.3.3 Datos obtenidos69
 - 3.5.4. Peso específico para agregado grueso - Vicho.....69
 - 3.5.4.1 Instrumentos utilizados69
 - 3.5.4.2 Procedimiento70
 - 3.5.4.3 Datos obtenidos70
 - 3.5.5. Peso unitario para agregados70
 - 3.5.5.1 Peso unitario suelto para agregados fino y grueso70
 - 3.5.5.1.1 Instrumentos utilizados70
 - 3.5.5.1.2 Procedimiento71
 - 3.5.5.1.3 Datos obtenidos72
 - 3.5.5.2 Peso unitario compactado para agregado fino y grueso73
 - 3.5.5.2.1 Instrumentos realizados73



- 3.5.5.2.2 Procedimiento73
- 3.5.5.2.3 Datos obtenidos 75
- 3.5.6. Revenimiento 76
 - 3.5.6.1 Instrumentos o equipos utilizados 76
 - 3.5.6.2 Procedimiento..... 76
 - 3.5.6.3 Datos obtenidos 78
- 3.5.7. Resistencia a la compresión y flexión de especímenes de concreto..... 79
 - 3.5.7.1 Instrumentos y equipos 79
 - 3.5.7.2 Procedimiento..... 80
 - 3.5.7.3 Datos obtenidos 82
 - 3.5.7.3.1 Datos de las dimensiones de los testigos cilíndricos y prismáticos..... 82
 - 3.5.7.3.2 Datos de rotura de testigos cilíndricos 90
 - 3.5.7.3.3 Datos de rotura de testigos prismáticos 95
- 3.6. Procedimientos de análisis de datos 100
 - 3.6.1. Granulometría de agregado fino (Cunyac 75% y Vicho 25%) 100
 - 3.6.1.1 Procesamiento de datos para granulometría de agregado fino 100
 - 3.6.1.2 Diagrama..... 102
 - 3.6.1.3 Análisis de la prueba de granulometría de agregado fino 102
 - 3.6.2. Granulometría del agregado grueso (Vicho) 102
 - 3.6.2.1 Procesamiento de datos de granulometría de agregado grueso..... 102
 - 3.6.2.2 Diagrama..... 104
 - 3.6.2.3 Análisis de la prueba de granulometría de agregado grueso 104
 - 3.6.3. Peso específico de agregado fino (Cunyac y Vicho) 104
 - 3.6.3.1 Procesamiento de datos para peso específico agregado fino 104
 - 3.6.3.2 Tablas..... 106
 - 3.6.3.3 Análisis de la prueba de peso específico y absorción – agregado fino..... 106
 - 3.6.4. Peso específico de agregado grueso (Vicho) 106
 - 3.6.4.1 Procesamiento de datos para peso específico de agregado grueso 106
 - 3.6.4.2 Tablas..... 108
 - 3.6.4.3 Análisis de la prueba para peso específico y absorción – agregado grueso 108
 - 3.6.5. Peso unitario para agregados 108
 - 3.6.5.1 Peso unitario de agregado fino (Cunyac y Vicho) 108
 - 3.6.5.1.1 Procesamiento de datos para pesos unitario suelto y compactado de agregado fino 108
 - 3.6.5.1.2 Análisis de la prueba para peso unitario compactado – agregado fino 109
 - 3.6.5.2 Peso unitario de agregado grueso (Vicho)..... 110



- 3.6.5.2.1 Procesamiento de datos para peso unitario de agregado grueso suelto y compactado110
- 3.6.5.2.2 Análisis de la prueba para peso unitario suelto y compactado de agregado grueso 111
- 3.6.6. Diseño de mezcla para un concreto $f'c$ 210 kg/cm²111
 - 3.6.6.1 Especificaciones para el diseño111
 - 3.6.6.2 Materiales 111
 - 3.6.6.3 Determinación de la resistencia promedio.....112
 - 3.6.6.4 Selección del tamaño máximo nominal del agregado.....112
 - 3.6.6.5 Selección del asentamiento112
 - 3.6.6.6 Volumen unitario de agua 112
 - 3.6.6.7 Contenido de aire 113
 - 3.6.6.8 Relación agua-cemento 113
 - 3.6.6.9 Factor cemento113
 - 3.6.6.10 Contenido de agregado grueso 113
 - 3.6.6.11 Calculo de volúmenes absolutos 113
 - 3.6.6.12 Contenido de agregado fino 114
 - 3.6.6.13 Valores de diseño 114
 - 3.6.6.14 Corrección por humedad del agregado 114
 - 3.6.6.15 Proporciones en peso de los materiales por bolsa de cemento 116
- 3.6.7. Prueba de revenimiento para concreto en estado fresco 116
 - 3.6.7.1 Procesamiento de datos para revenimiento del concreto patrón y concreto adicionado con fibra de acero DRAMIX 3D 116
 - 3.6.7.2 Tablas..... 116
 - 3.6.7.3 Análisis del revenimiento del concreto adicionado con fibra de acero DRAMIX 3D..... 118
- 3.6.8. Resistencia a la compresión y flexión de especímenes de concreto..... 119
 - 3.6.8.1 Resistencia a la compresión de muestras de concreto cilíndricas 119
 - 3.6.8.1.1 Resistencia a la compresión de muestras cilíndricas de concreto patrón 119
 - 3.6.8.1.2 Resistencia a la compresión de muestras cilíndricas de concreto adicionado con fibras de acero DRAMIX al 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla..... 121
 - 3.6.8.2 Resistencia a la flexión de muestras de concreto prismáticas (viguetas)..... 128
 - 3.6.8.2.1 Resistencia a la flexión de muestras prismáticas de concreto patrón..... 128
 - 3.6.8.2.2 Resistencia a la flexión de muestras prismáticas de concreto adicionado con fibra de acero Dramix 3d al 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino 129



3.6.9. Relación de costos de materiales por una bolsa de cemento de un concreto
 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ 137

CAPÍTULO IV - RESULTADOS140

4.1. Resultados de las propiedades de los agregados finos de la cantera Vicho y
cantera Cunyac140

4.2. Resultados de las propiedades de los agregados gruesos de la cantera vicho140

4.3. Comparación del revenimiento del concreto patrón y del concreto con fibra
de acero Dramix 3d141

4.4. Resultados de la evolución de la resistencia a la compresión del concreto patrón
y el concreto con fibra de acero Dramix 3d a los 7 días de curado142

4.5. Resultados de la evolución de la resistencia a la compresión del concreto patrón y el
concreto con fibra de acero Dramix 3d a los 14 días de curado143

4.6. Resultados de la evolución de la resistencia a la compresión del concreto patrón y el
concreto con fibra de acero Dramix 3d a los 28 días de curado144

4.7. Resultados de la evolución de la resistencia a flexión del concreto patrón y el
concreto con fibra de acero Dramix 3d a los 7 días de curado.147

4.8. Resultados de la evolución de la resistencia a flexión del concreto patrón y el
concreto con fibra de acero Dramix 3d a los 14 días de curado.148

4.9. Resultados de la evolución de la resistencia a flexión del concreto patrón y el
concreto con fibra de acero Dramix 3d a los 28 días de curado.149

4.10. Resultados de la comparación de costos de las mezclas de concreto evaluadas.....151

CAPÍTULO V - DISCUSIÓN153

GLOSARIO157

CONCLUSIONES.....164

RECOMENDACIONES.....166

REFERENCIAS168

ANEXOS170



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Requisitos granulométricos del agregado grueso18

Tabla 2: Análisis Granulométrico del Agregado Fino.....22

Tabla 3: Muestreo del Agregado Fino.....24

Tabla 4: Límites permisibles para agua de mezcla y curado26

Tabla 5: Características mecánicas de las fibras.....31

Tabla 6: Clasificación de las fibras según BISFA31

Tabla 7: Características mecánicas de la fibra de acero DRAMIX 3D33

Tabla 8: Consistencia del concreto39

Tabla 9: f'_{cr} Aplicable cuando no se dispone de resultados para definir la desviación estándar46

Tabla 10: Cantidades aproximadas de agua de amasado para diferente slump, tamaño máximo de agregado y contenido de aire47

Tabla 11: Relación agua/cemento vs f'_{c} 47

Tabla 12: Asentamiento recomendado para diversos tipos de obras48

Tabla 13: Volumen de agregado grueso compactado en seco para diversos módulos de fineza de arena48

Tabla 14: Cantidad de testigos cilíndricos y prismáticos53

Tabla 15: Recolección de datos para granulometría de agregado fino54

Tabla 16: Recolección de datos para granulometría de agregado grueso.....54

Tabla 17: Datos para peso específico de agregado fino55

Tabla 18: Datos para peso específico de agregado grueso.....55

Tabla 19: Datos para peso unitario de agregado fino56

Tabla 20: Datos para peso unitario de agregado grueso57

Tabla 21: Datos para resistencia a la compresión58

Tabla 22: Datos para resistencia a la flexión59

Tabla 23: Datos de humedad natural60

Tabla 24: Peso retenido de agregado fino de Vicho.....65

Tabla 25: Peso retenido de agregado fino de Cunyac66

Tabla 26: Peso retenido de agregado grueso de Vicho67

Tabla 27: Datos para peso específico - Agregado fino Vicho (25%) y Cunyac (75%)69

Tabla 28: Datos para peso específico - Agregado grueso Vicho.....70

Tabla 29: Datos para peso unitario suelto - Agregado fino Vicho (25%) y Cunyac (75%).....73

Tabla 30: Datos para peso unitario suelto - Agregado grueso Vicho73

Tabla 31: Datos para peso unitario compactado - Agregado fino Vicho (25%) y Cunyac (75%).....75

Tabla 32: Datos para peso unitario compactado - Agregado grueso Vicho.....76

Tabla 33: Revenimiento del concreto patrón.....78

Tabla 34: Revenimiento del concreto con Dramix 3d al 1%78

Tabla 35: Revenimiento del concreto con Dramix 3d al 2%79

Tabla 36: Revenimiento del concreto con Dramix 3d al 3%79

Tabla 37: Revenimiento del concreto con Dramix 3d al 4%79

Tabla 38: Datos de longitud-diámetro de testigos cilíndricas del concreto patrón83

Tabla 39: Datos de longitud-diámetro de testigos cilíndricas con 1% de Dramix84

Tabla 40: Datos de longitud-diámetro de testigos cilíndricas con 2% de Dramix86

Tabla 41: Datos de longitud-diámetro de testigos cilíndricas con 3% de Dramix87

Tabla 42: Datos de longitud-diámetro de testigos cilíndricas con 4% de Dramix89



Tabla 43: Datos de resistencia a compresión patrón 7 días90

Tabla 44: Datos de resistencia a compresión patrón 14 días.....91

Tabla 45: Datos de resistencia a compresión patrón 28 días.....91

Tabla 46: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 1% a 7 días91

Tabla 47: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 1% a 14 días92

Tabla 48: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 1% a 28 días92

Tabla 49: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 2% a 7 días92

Tabla 50: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 2% a 14 días93

Tabla 51: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 2% a 28 días93

Tabla 52: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 3% a 7 días93

Tabla 53: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 3% a 14 días94

Tabla 54: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 3% a 28 días94

Tabla 55: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 4% a 7 días94

Tabla 56: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 4% a 14 días95

Tabla 57: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 4% a 28 días95

Tabla 58: Datos de resistencia a flexión concreto patrón 7 días.....95

Tabla 59: Datos de resistencia a flexión concreto patrón 14 días.....96

Tabla 60: Datos de resistencia a flexión concreto patrón 28 días.....96

Tabla 61: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 1% a 7 días.....96

Tabla 62: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 1% a 14 días.....97

Tabla 63: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 1% a 28 días.....97

Tabla 64: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 2% a 7 días.....97

Tabla 65: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 2% a 14 días.....98

Tabla 66: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 2% a 28 días.....98

Tabla 67: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 3% a 7 días.....98

Tabla 68: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 3% a 14 días.....99

Tabla 69: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 3% a 28 días.....99

Tabla 70: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 4% a 7 días.....99

Tabla 71: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 4% a 14 días.....100

Tabla 72: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 4% a 28 días.....100

Tabla 73: Análisis granulométrico de agregado fino – Vicho (25%) y Cunyac (75%).....101

Tabla 74: Análisis granulométrico de agregado grueso cantera de Vicho103

Tabla 75: Peso específico y absorción – agregado fino106

Tabla 76: Peso específico y absorción – agregado grueso.....108

Tabla 77: Peso unitario suelto - Agregado fino Vicho (25%) y Cunyac (75%)109

Tabla 78: Peso unitario compactado - Agregado fino Vicho (25%) y Cunyac (75%).....109

Tabla 79: Peso unitario suelto – agregado grueso110

Tabla 80: Peso unitario compactado – agregado grueso.....110

Tabla 81: Características del agregado fino Cunyac (75%) y confitillo de Vicho (25%)111

Tabla 82: Características del agregado grueso de Vicho112

Tabla 83: Proporciones en peso de los materiales por bolsa de cemento116

Tabla 84: Proporción de mezcla de concreto según cemento, agregado fino y agregado grueso116

Tabla 85: Revenimiento del concreto patrón117

Tabla 86: Revenimiento del concreto adicionado con 1% de Dramix 3d117

Tabla 87: Revenimiento del concreto adicionado con 2% de Dramix 3d117

Tabla 88: Revenimiento del concreto adicionado con 3% de Dramix 3d117

Tabla 89: Revenimiento del concreto adicionado con 4% de Dramix 3d118



Tabla 90: Resistencia a la compresión del concreto patrón a 7 días119

Tabla 91: Resistencia a la compresión del concreto patrón a 14 días120

Tabla 92: Resistencia a la compresión del concreto patrón a 28 días120

Tabla 93: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 1% de Dramix a 7 días.....121

Tabla 94: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 1% de Dramix a 14 días.....122

Tabla 95: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 1% de Dramix a 28 días.....122

Tabla 96: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 2% de Dramix a 7 días.....123

Tabla 97: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 2% de Dramix a 14 días.....123

Tabla 98: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 2% de Dramix a 28 días.....124

Tabla 99: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 3% de Dramix a 7 días.....124

Tabla 100: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 3% de Dramix a 14 días.....125

Tabla 101: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 3% de Dramix a 28 días.....125

Tabla 102: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 4% de Dramix a 7 días.....126

Tabla 103: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 4% de Dramix a 14 días.....126

Tabla 104: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 4% de Dramix a 28 días.....127

Tabla 105: Resistencia a la flexión del concreto patrón a 7 días.....128

Tabla 106: Resistencia a la flexión del concreto patrón a 14 días128

Tabla 107: Resistencia a la flexión del concreto patrón a 28 días129

Tabla 108: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 1% de Dramix a 7 días.....130

Tabla 109: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 1% de Dramix a 14 días.....130

Tabla 110: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 1% de Dramix a 28 días.....131

Tabla 111: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 2% de Dramix a 7 días.....131

Tabla 112: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 2% de Dramix a 14 días.....132

Tabla 113: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 2% de Dramix a 28 días.....132

Tabla 114: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 3% de Dramix a 7 días.....133

Tabla 115: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 3% de Dramix a 14 días.....133

Tabla 116: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 3% de Dramix a 28 días.....134



Tabla 117: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 4% de Dramix a 7 días.....134

Tabla 118: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 4% de Dramix a 14 días.....135

Tabla 119: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 4% de Dramix a 28 días.....135

Tabla 120: Relación de costos de materiales de un concreto sin adición de fibras de acero ...137

Tabla 121: Relación de costos de materiales con adición de fibras de acero Dramix 3D al 1%.....137

Tabla 122: Relación de costos de materiales con adición de fibras de acero Dramix 3D al 2%138

Tabla 123: Relación de costos de materiales con adición de fibras de acero Dramix 3D al 3%138

Tabla 124: Relación de costos de materiales con adición de fibras de acero Dramix 3D al 4%139

Tabla 125: Propiedades de agregado fino de la cantera de Vicho (25%) y Cunyac (75%)140

Tabla 126: Propiedades de agregado grueso de la cantera de Vicho.....140

Tabla 127: Comparación del revenimiento del concreto patrón y del concreto con fibras de acero Dramix 3D al 1, 2, 3 y 4%141

Tabla 128: Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3D a los 7 días de curado142

Tabla 129: Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3D a los 14 días de curado143

Tabla 130: Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3D a los 28 días de curado145

Tabla 131: Comparación de la evolución de la resistencia a la flexión del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3D a los 7 días de curado147

Tabla 132: Comparación de la evolución de la resistencia a la flexión del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3D a los 14 días de curado148

Tabla 133: Comparación de la evolución de la resistencia a la flexión del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3D a los 28 días de curado149

Tabla 134: Comparación de costos de las mezclas de concreto evaluadas en relación a una bolsa de cemento151

Tabla 135: Matriz de consistencia188



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ensayos de flexión a concretos adheridos con fibras29

Figura 2: Incremento de la adherencia fibra-concreto con la forma de la fibra.....30

Figura 3: Importancia de la resistencia a tracción de la fibra. Energía Absorbida.....30

Figura 4: Ejemplo de fibra doblada metálica (DRAMIX 3D).....32

Figura 5: Cono de Abrams38

Figura 6: Revenimiento y SLUMP.....38

Figura 7: Ensayo a compresión de las unidades de concreto41

Figura 8: Ensayos a flexión de unidades prismáticas de concreto.....43

Figura 9: Curva granulométrica agregado fino - Vicho (25%) y Cunyac (75%)102

Figura 10: Curva granulométrica agregado grueso Vicho.....104

Figura 11: Variación del revenimiento del concreto con fibra de acero Dramix 3D respecto al patrón (pulg.).....141

Figura 12: Porcentaje de la evolución de la resistencia a compresión del concreto con fibra de acero Dramix 3D a 7 días.....142

Figura 13: Porcentaje de la evolución de la resistencia a compresión del concreto con fibra de acero Dramix 3D a 14 días.....144

Figura 14: Porcentaje de la evolución de la resistencia a compresión del concreto con fibra de acero Dramix 3D a 28 días.....145

Figura 15: Evolución de la resistencia a compresión (kg/cm²) del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3D a 7, 14 y 28 días de curado146

Figura 16: Porcentaje de la evolución de la resistencia a flexión del concreto con fibra de acero Dramix 3D a 7 días147

Figura 17: Porcentaje de la evolución de la resistencia a flexión del concreto con fibra de acero Dramix 3D a 14 días.....148

Figura 18: Porcentaje de la evolución de la resistencia a flexión del concreto con fibra de acero Dramix 3D a 28 días.....150

Figura 19: Evolución de la resistencia a flexión (kg/cm²) del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3D a 7, 14 y 28 días de curado.....151

Figura 20: Comparación de costos de elaboración de las mezclas de concreto evaluadas por bolsa de cemento152



ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Equipo universal para ensayo a compresión.....61

Fotografía 2: Equipo universal para ensayo a Compresión acondicionado para ensayos a flexión 61

Fotografía 3: Cuarteo de material62

Fotografía 4: Peso de material después de cuarteo..... 63

Fotografía 5: Lavado de agregado.....63

Fotografía 6: Tamizado de agregado..... 64

Fotografía 7: Peso de material retenido en los tamices 64

Fotografía 8: Material retenido en los tamices65

Fotografía 9: Selección del agregado grueso 67

Fotografía 10: Material fino saturado superficialmente seco68

Fotografía 11: Enrasado de material grueso 71

Fotografía 12: Preparado de material fino para enrase 72

Fotografía 13: Peso de material fino suelto.....72

Fotografía 14: Compactado de material grueso..... 74

Fotografía 15: Compactado de material fino 74

Fotografía 16: Peso de material fino compactado 75

Fotografía 17: Elaboración concreto patrón 76

Fotografía 18: Toma de muestras de concreto 77

Fotografía 19: Elaboración concreto adicionado con fibras de acero Dramix 3D al 1% 77

Fotografía 20: Elaboración concreto adicionado con fibras de acero Dramix 3D al 3% 78

Fotografía 21: Curado de briquetas 80

Fotografía 22: Curado de viguetas..... 80

Fotografía 23: Pesado de viguetas 81

Fotografía 24: Rotura de especímenes cilíndricos de concreto (briquetas)..... 81

Fotografía 25: Rotura de especímenes prismáticos de concreto (viguetas) 82

Fotografía 26: Cuarteo de material170

Fotografía 27: Peso unitario suelto agregado grueso170

Fotografía 28: Peso agregado fino.....171

Fotografía 29: Engrasado de moldes prismáticos171

Fotografía 30: Engrasado de moldes cilíndricos.....172

Fotografía 31: Preparado de materiales para vaceado - cemento.....172

Fotografía 32: Preparado de materiales para vaceado - agregados173

Fotografía 33: Preparado de materiales para vaceado – fibra de acero Dramix 3D ..173

Fotografía 34: Pesado de materiales para vaceado – fibra de acero Dramix 3D174

Fotografía 35: Vaceado de la mezcla174

Fotografía 36: Vaceado de la mezcla175

Fotografía 37: Mezcla de concreto con Dramix 3D al 1%.....175

Fotografía 38: Revenimiento del concreto.....176

Fotografía 39: Llenado de testigos cilíndricos.....176

Fotografía 40: Llenado de testigos prismáticos177

Fotografía 41: Acabado testigos cilíndricos.....177

Fotografía 42: Acabado testigos prismáticos178

Fotografía 43: Acabado testigos prismáticos178



Fotografía 44: Desmolde testigos prismáticos	179
Fotografía 45: Desmolde testigos cilíndricos	179
Fotografía 46: Pesado testigo cilíndrico.....	180
Fotografía 47: Ensayo a compresión	180
Fotografía 48: Ensayo a flexión	181
Fotografía 49: Briqueta ensayada a compresión	181
Fotografía 50: Vigueta ensayada a flexión	182
Fotografía 51: Falla en briqueta cilíndrica	182
Fotografía 52: Fallas en testigos cilíndricos concreto Patrón	183
Fotografía 53: Fallas testigos cilíndricos con Dramix 3D al 1%.....	183
Fotografía 54: Fallas testigos cilíndricos con Dramix 3D al 2%.....	184
Fotografía 55: Fallas testigos cilíndricos con Dramix 3D al 3%.....	184
Fotografía 56: Fallas testigos cilíndricos con Dramix 3D al 4%.....	185
Fotografía 57: Falla a flexión concreto patrón.....	185
Fotografía 58: Falla a flexión concreto con Dramix 3D al 4%.....	186
Fotografía 59: Falla a flexión concreto con Dramix 3D al 2%.....	186
Fotografía 60: Falla a flexión concreto con Dramix 3D al 3%.....	187
Fotografía 61: Falla a flexión concreto con Dramix 3D al 4%.....	187





CAPÍTULO I - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del problema

1.1.1. Descripción del problema

Existen varias investigaciones respecto al concreto ya que es el elemento básico para todo tipo de construcción en nuestra ciudad, en la ciudad de Cusco existe poca investigación respecto a nuevos concretos con aditivos en nuestro caso las fibras de acero Dramix 3D.

En la actualidad las fibras de acero Dramix 3D no se aplican en las construcciones. Pero debido a la demanda de calidad en las construcciones y mayor desempeño de las mismas, esta podría ser una de las soluciones a dicha demanda en la construcción agregándole resistencia a la compresión y flexión. En la ciudad de Cusco no se cuentan con trabajos de investigación sobre el comportamiento de las fibras de acero Dramix 3D usados en la elaboración del concreto, existe limitaciones en trabajos de tesis de Pre grado por ser de costo elevados para estudios en laboratorio.

Existe también la carencia de nuevas técnicas y conocimiento sobre la tecnología del concreto adicionado o sustituido en porcentajes de Dramix 3D; existe una gran limitación en la investigación, no existe inversión por parte de la industria de la construcción, entidades y sectores relacionados con la producción del concreto en nuestra ciudad. La tesis es un aporte al conocimiento de la tecnología del concreto, un concreto de mejores características resistentes puede darnos mayor diversidad de soluciones ingenieriles, para nuestra universidad significa una investigación de mucha importancia y demandara a mayores preguntas para nuevas investigaciones de nuestros compañeros tesisistas.

Nuestra investigación se realizó para aportar con una nueva tecnología al concreto para que este material tenga un mejor comportamiento a compresión y sobre todo un incremento considerable a flexión.



1.1.2. Formulación interrogativa del problema

1.1.2.1 Formulación interrogativa del problema general

- ¿Cuál es el análisis comparativo en la resistencia a compresión y flexión de un concreto patrón $f'c$ 210kg/cm² a un concreto reemplazado con Dramix 3D en porcentajes de 1, 2, 3 Y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla?

1.1.2.2 Formulación interrogativa de los problemas específicos

Problema Especifico N° 01

¿Cuál es la proporción en peso para un diseño de mezcla $f'c = 210$ kg/cm² adicionado con fibras de acero Dramix 3D?

Problema Especifico N° 02

¿Cuál vendría a ser el porcentaje de reemplazo de Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla que genere mayor resistencia a la compresión en el concreto?

Problema Especifico N° 03

¿Cuál vendría a ser el porcentaje de reemplazo de Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla que genere mayor resistencia a la flexión en el concreto?

Problema Especifico N° 04

¿De qué manera varía la consistencia del concreto $f'c$ 210 kg/cm² cuando se le adiciona fibras de acero Dramix 3D en porcentajes de 1, 2, 3 y 4%?

Problema Especifico N° 05

¿Cuál vendría a ser el costo para la producción de la mezcla de concreto con Dramix 3D que da el óptimo comportamiento mecánico a compresión y flexión en comparación al concreto patrón?



1.2. Justificación e importancia de la investigación

1.2.1. Justificación técnica

La investigación aporta el estudio de las propiedades mecánicas, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y de la metodología de la elaboración del concreto adicionado con Dramix 3D, asimismo se compara con el concreto patrón f_c 210 kg/cm². De igual manera este estudio es una base para realizar nuevas investigaciones respecto a este tipo de concreto.

1.2.2. Justificación social

El presente estudio tuvo como finalidad, la de brindar una herramienta para futuras investigaciones en el tema, la cual favorecerá en primer orden a los estudiantes de la Universidad Andina del Cusco. Así mismo serán favorecidos el campo de profesionales en la ingeniería civil dedicados al ámbito de la construcción, que tendrán en su poder información y datos verídicos acerca de las ventajas del uso de Dramix 3D en el concreto convencional, los cuales también podrán ser aplicados en futuros proyectos de ingeniería donde se necesite nuevas tecnologías para un mejor comportamiento del concreto.

1.2.3. Justificación por viabilidad

Para la realización de esta investigación, los tesisistas se comprometieron a disponer del tiempo necesario para su realización, así como contar con los recursos económicos, logísticos y humanos necesarios. El laboratorio de la Universidad Andina del Cusco cuenta con los equipos necesarios para el desarrollo de la investigación o estos pueden ser fabricados u obtenidos, también se considera que la tesis es económicamente viable debido a los gastos pueden ser solventados.

1.2.4. Justificación por relevancia

La siguiente tesis de investigación es importante debido a que nos permitirá determinar si el concreto patrón adicionado con Dramix 3D es una gran solución para aumentar la resistencia a la compresión y flexión en dicho concreto sin aumentar excesivamente los costos para su realización.



1.3. Limitaciones de la investigación

- Se usó cemento Yura Portland IP.
- Se usó aditivo plastificante Sika HE-98.
- Agregados de la cantera de Vicho y Cunyac.
- En cuanto a las propiedades del concreto fresco, sólo se evaluó la propiedad de consistencia mediante el ensayo de Cono de Abrams.
- Se consideró en el análisis la resistencia a compresión ($f'c$) y flexión M.R. (Módulo de rotura) a 7,14 y 28 días.
- Se planteó la resistencia de 210 kg/cm².
- El diseño de mezclas del concreto se realizó por el método del ACI (American Concrete Institute).
- Para el diseño de mezcla se escogió un asentamiento de 3".
- Se estudiaron seis (06) especímenes de concreto por tipo de ensayo, tomando en cuenta la resistencia, edad de curado y porcentaje de adición de fibras de acero. Teniendo un total de 90 especímenes a compresión y 90 especímenes a flexión.
- Se utilizó fibras de acero Dramix 3D en dosificación de 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino.
- Se utilizó agua potable provista por la red pública.
- El análisis de costos de producción, se adecuó únicamente al costo de los materiales.



1.4. Objetivo de la investigación

1.4.1. Objetivo general

- Analizar y comparar la resistencia a compresión y flexión de un concreto patrón $f'c$ 210 kg/cm² a un concreto reemplazado con Dramix 3D en porcentajes de 1, 2, 3 Y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla.

1.4.2. Objetivos específicos

Objetivo Especifico N° 01

Determinar la proporción en peso para un diseño de mezcla $f'c$ = 210 kg/cm² adicionado con fibras de acero Dramix 3D.

Objetivo Especifico N° 02

Determinar el porcentaje de reemplazo óptimo de Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla la cual generé una mayor resistencia a la compresión en el concreto.

Objetivo Especifico N° 03

Determinar el porcentaje de reemplazo óptimo de Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla la cual generé una mayor resistencia a la flexión en el concreto.

Objetivo Especifico N° 04

Determinar la variación de la consistencia del concreto $f'c$ 210 kg/cm² adicionado con fibras de acero Dramix 3D en porcentajes de 1, 2, 3 y 4% respecto al agregado fino de la mezcla

Objetivo Especifico N° 05

Determinar el costo para la producción de la mezcla de concreto con Dramix 3D con el óptimo comportamiento mecánico a compresión y flexión, en comparación al concreto patrón.



1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

- El reemplazo de Dramix 3D en porcentajes de 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla mejorará en un 20% las propiedades de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión de un concreto $f'c$ 210 kg/cm², respecto al concreto patrón.

1.5.2. Sub hipótesis

Sub-hipotesis N° 01

La proporción en peso para un diseño de mezcla de un concreto $f'c = 210$ kg/cm² adicionado con fibras de acero Dramix 3D es próxima a 1:2:3; respectivamente por cemento, agregado fino y agregado grueso.

Sub-hipotesis N° 02

La dosificación óptima de Dramix 3D que generará la mayor resistencia a compresión en un concreto $f'c$ 210 kg/cm² estará entre el 2 y 3% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla.

Sub-hipotesis N° 03

La dosificación óptima de Dramix 3D que generara la mayor resistencia a flexión en un concreto $f'c$ 210 kg/cm² estará entre el 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla.

Sub-hipotesis N° 04

La adición de Dramix 3D en proporciones 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla aumentara en la consistencia del concreto $f'c$ 210 kg/cm².

Sub-hipotesis N° 05



El costo para la producción de la mezcla de un concreto $f'c$ 210 kg/cm² con Dramix 3D con el óptimo comportamiento mecánico a compresión y flexión, será de S/.50, por bolsa de cemento.

1.6. Definición de variables

1.6.1. Variable independiente

- Agregado Fino.- Componente del concreto proveniente de la degradación natural o artificial que pasa el tamiz #3/8.
- Fibra de acero Dramix 3D.- Fibra metálica de trefilado en frío que posee grandes cualidades a la flexión, la cual aumentara la flexión del concreto.

1.6.1.1 Indicadores de las variables independientes

- Granulometría (% retenido), peso unitario (kg/m³, humedad (5), absorción (%), peso específico (kg/m³), módulo de fineza.
- Porcentaje por tipo de fibra de acero (%).

1.6.2. Variables dependientes

- Concreto $f'c$ 210 kg/cm².- Producto compuesto por agregado fino y grueso, cemento y agua, el cual en estado endurecido resiste a esfuerzos a Compresión y Flexión.

1.6.2.1 Indicadores de las variables dependientes

- Resistencia a la compresión (Kg/m²).
- Resistencia a la flexión (Kg/cm²).
- Asentamiento o revenimiento del concreto (pulg).

1.7. Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLE	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE	NIVEL	INDICADOR	INSTRUMENTOS
VARIABLES DEPENDIENTES				
Concreto f'c 210 kg/cm2	Producto compuesto por agregado fino y grueso, cemento y agua, el cual en estado endurecido resiste a esfuerzos a Compresión y Flexión.	Resistencia a los 7 días.	Resistencia a la Compresión (kg/cm2)	Fichas de recolección Tabla de resultados
		Resistencia a los 14 días.		
		Resistencia a los 28 días.		
		Resistencia a los 7 días.	Resistencia a la Flexión (kg/cm2)	Fichas de recolección Diagrama de esfuerzo/deformación
		Resistencia a los 14 días.		
		Resistencia a los 28 días.		
		Seca	Asentamiento o revenimiento (slump) del concreto (pulg)	Fichas de recolección Tabla de resultados
		Plástica		
		Fluida		
VARIABLES INDEPENDIENTES				
Agregado fino	Componente del concreto proveniente de la degradación natural o artificial que pasa el tamiz #3/8.	Dosificación del agregado fino	Granulometría, módulo de fineza, peso específico, cont. de humedad.	Fichas técnicas Hojas electrónicas
Fibras de Acero Dramix 3D	Fibra metálica de trefilado en frío que posee grandes cualidades a la flexión, la cual aumentara la flexión del concreto.	Dosificación de Dramix 3D	Cantidad (%), Peso	Fichas técnicas Hojas electrónicas

Fuente: Elaboración propia



CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO DE LA TESIS

2.1. Antecedentes de la tesis

2.1.1. Antecedentes a nivel local

2.1.2. Antecedentes a nivel nacional

Investigación: “Análisis Comparativo del comportamiento del concreto simple con el concreto reforzado con fibras de acero Wirand”, Lima: Universidad Ricardo Palma.

Autor: Gamero, O. (2008).

La presente investigación compara el comportamiento del concreto simple con el concreto reforzado con fibras de acero Wirand FF1 (Patente Maccaferri) con una dosificación de 20 kg/m³, 25 kg/m³ y 35 kg/m³ respecto a la cantidad de litros de agua usados en la mezcla. Se usa un cemento Portland Tipo IP.

Conclusión.- Se concluye que el peso unitario va en aumento continuo desde el concreto patrón y el concreto adicionado con Wirand, El contenido de aire se mantiene constante en todos los concretos, sin embargo la exudación disminuye gradualmente desde el concreto patrón y el concreto reforzado con Wirand. Los porcentajes de exudación son parecidos debido a que el asentamiento del concreto patrón y del concreto reforzado se mantiene constante con 3”.

Investigación: “Comparación de la resistencia equivalente a la flexión entre las fibras de acero Wirand producidas en Italia y las producidas en Perú” Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Autor: Córdova, C. Cuellar, L. Guizado, M. (2012).

La presente investigación realiza un análisis comparativo entre las fibras de acero Wirand respecto a su resistencia a la flexión y su lugar de producción. Comprobando sus especificaciones técnicas además de desarrollar un diseño



de pavimentos en los cuales comprueba el comportamiento de las fibras y las analiza mediante los métodos PCA, COE, WRI, Británico.

Conclusión.- Se concluye que bajo las mismas condiciones de dosificación y resistencia los valores de ductilidad y tenacidad para la fibra Wirand FF1 son menores que los valores de la fibra FF3, lo cual es una comprobación a sus especificaciones técnicas de cada fibra.

Además que la resistencia a la compresión aumenta de 0 a 15% si el volumen de la fibra es del 1.5% respecto a todo el volumen de la mezcla.

2.1.3. Antecedentes a nivel internacional

Investigación: “Mejoramiento de la resistencia a la flexión del concreto con adición de viruta de acero con porcentajes de 6, 8, 10, 12 y 14% respecto al agregado fino de la mezcla”, Bolivia: Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga.

Autor: Delgado, R. Delgado, E (2008).

La presente investigación está enfocada al estudio y mejoramiento del concreto a flexión con adición de viruta de acero, buscando una óptima dosificación la cual permita un incremento en la resistencia a la flexión y a la par una producción económica del mismo. Se elaboraron elementos para las edades a fallar de 3, 7 y 28 días para así obtener los suficientes datos de resistencia a la flexión.

Conclusión.- Se concluyó que la adición de viruta de acero optima y económica fue la de 10% respecto al agregado fino de la mezcla.



2.2. Aspectos teóricos pertinentes

2.2.1. Concreto convencional

2.2.1.1 Generalidades del concreto convencional

2.2.1.1.1 Definición del concreto

Según Rivva : El concreto es un producto compuesto que consiste de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentra embebidas partículas de un medio ligado denominado agregado. (Rivva, 2000)

La pasta es el resultado de la combinación química del material cementante con el agua. Es la fase continua del concreto dado que siempre está unida con algo de ella misma a través de todo conjunto de este.

El agregado es la fase discontinua del concreto dado que sus diversas partículas no se encuentran unidas o en contacto unas de otras, sino que se encuentran separadas por espesores diferentes de pasta endurecida.

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregado y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción. De esta definición, se desprende que se obtiene un producto híbrido, que conjuga en mayor o menor grado las características de los componentes que bien proporcionados aportan una o varias de sus propiedades individuales para constituir un material que manifiesta un comportamiento particular y original. (Pasquel, 1998)

2.2.1.1.2 Importancia del concreto

Actualmente el concreto es el material de construcción de mayor uso en nuestro país. Si bien la calidad final del concreto depende en forma muy importante del conocimiento del material y de la calidad profesional del ingeniero, el concreto es, en general, desconocido en muchos de sus siete grandes aspectos: naturaleza, materiales, propiedades, selección de



proporciones, proceso de puesta en obra, control de calidad e inspección, mantenimiento de los elementos estructurales.

La principal limitación a las múltiples aplicaciones que se pueden dar al concreto es el desconocimiento de alguno de los aspectos ya indicados; así como de la mayor o menor importancia de los mismos de acuerdo al empleo que se pretende dar al material. Ello obliga al estudio y actualización permanente para obtener del concreto las máximas posibilidades que como material puede ofrecer al ingeniero. (Rivva, 2000)

2.2.1.2 Requisitos de la mezcla

Riva (2000) mencionó que: Las mezclas de concreto deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- La mezcla recién preparada deberá tener la trabajabilidad, consistencia y cohesividad que permitan su adecuada colocación en los encofrados.
- Esta mezcla deberá estar libre de segregación y tener una exudación mínima.
- La mezcla endurecida deberá tener las propiedades especificadas en función del empleo que se va a dar a la estructura.
- El costo de la unidad cubica de concreto endurecido deberá ser el mínimo compatible con la calidad deseada.

2.2.1.3 Componentes del concreto

La tecnología del concreto moderno define para este material cuatro componentes:

- Cemento
- Agregados
- Agua
- Aditivo



2.2.1.3.1 Cemento

Según Rivva define como cementos a los materiales pulverizados que poseen la propiedad que, por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta conglomerada capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables. (Rivva, 2000).

Pese a intervenir en tan pequeñas proporciones su efecto es determinante en el concreto. La mayoría de beneficios en el concreto también provienen del cemento.

Según Pasquel: La hidratación es un proceso químico que depende de la humedad, temperatura y tiempo. (Pasquel, 1998)

- **Cemento portland**

Según la NTP 334.009: Un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulico y que contiene generalmente una o más de las formas de sulfato de calcio como una adición durante la molienda. (CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos. NTP 334.009, 2002)

Es un cemento hidráulico producido por la pulverización de Clinker, el cual está compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulico, conteniendo además, una o más formas de sulfatos de calcio (yeso), como un añadido en la etapa de molienda. Hasta hace pocos años este era el cemento más utilizado en las aplicaciones de concreto: simple y armado, así como en los trabajos de albañilería. El Clinker está formado principalmente por cuatro componentes mineralógicos y otros componentes secundarios.

Obtenido por la pulverización del Clinker con la adición eventual del sulfato de calcio. (Torre, 2002)

- **Tipos de cemento portland**

Según la NTP 334.009 (2011): existen los siguientes tipos de cemento:



- Tipo I: para el uso general que no requiere propiedades especiales de cualquier tipo

Dentro de este tipo de cemento se encuentre el tipo IP el cual será utilizado para la presente investigación, el cual tiene un 30% de contenido de puzolana.

- Tipo II: para el uso general, y esencialmente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.
- Tipo III: para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales.
- Tipo IV: para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.
- Tipo V: para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

2.2.1.3.2 Agregados

Sabemos que el concreto está conformado por una pasta de cemento y agua en la cual se encuentran embebidas partículas de material conocido como agregado, el cual ocupa aproximadamente del 65% al 80% del volumen de la unidad cubica de concreto.

No obstante que el agregado constituye el material que en el más alto porcentaje interviene en la unidad cubica de concreto, el estudio del importante rol que él desempeña en el comportamiento de este fue durante muchos años descuidado.

Este descuido fue principalmente debido a tres razones: que su costo, en general, era bastante menor que el del cemento, que las resistencias en compresión de los concretos eran, en general, bajas; y que se le consideraba como un material inerte de relleno. Hoy se sabe que el agregado tiene influencia determinante sobre las propiedades del concreto tanto en su estado plástico como ya endurecido.

Además de los efectos especificados sobre las diversas propiedades del concreto, las características físicas, químicas y mecánicas de los agregados tienen efecto importante no solo en el acabado y calidad final del concreto; sino

también sobre la trabajabilidad y consistencia al estado plástico, así como sobre la durabilidad, resistencia, propiedades elásticas y térmicas, cambios de volumen y peso unitario del concreto endurecido.

En relación con su origen y su procedimiento de preparación del agregado puede ser natural o artificial. Las arenas y gravas son producto del intemperismo y la acción del viento y el agua. Las arenas manufacturadas, no empleadas en el Perú, y la piedra partida son producto de la trituración de piedras naturales. En el procesamiento de cualquier agregado puede utilizarse lavado y tamizado.

Los agregados pueden ser obtenidos o producidos a partir de rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas. La presencia o ausencia de un tipo geológico determinado no es suficiente para definir a un agregado como adecuado o inadecuado. (Rivva, 2000)

Clasificación de los agregados para concreto

- **Por su procedencia**
 - **Agregados naturales**

Son los formados por los procesos geológicos naturales que han ocurrido en el planeta durante miles de años, y que son extraídos, seleccionados y procesados para optimizar su empleo en la producción de concreto.

Estos agregados son los de uso más frecuente a nivel mundial y particularmente en nuestro país por su amplia disponibilidad tanto en calidad como en cantidad, lo que los hace ideales para producir concreto.

- **Agregados artificiales**

Proviene de un proceso de transformación de materiales naturales, que proveen productos secundarios que con un tratamiento adicional se habilitan para emplearse en la producción de concreto. Algunos agregados de este tipo los constituyen la escoria de altos hornos, la arcilla horneada, el concreto reciclado, el micro sílice, etc.

- **Por su gradación**

La gradación es la distribución volumétrica de las partículas que como ya hemos mencionado tiene suma importancia en el concreto. Se ha establecido convencionalmente la clasificación entre agregado grueso (piedra) y agregado fino (arena) en función de las partículas mayores y las menores de 4.75mm (malla estándar ASTM #4). Esta clasificación responde además a consideraciones de tipo práctico ya que las técnicas de procesamiento de los agregados (zarandeo, chancado) propenden a separarlos en esta forma con objeto de poder establecer un control más preciso en su procesamiento y empleo.

- **Agregado fino**

Es el agregado proveniente de la desagregación natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9.5mm (3/8 pulg) y que cumple con lo establecido en la NTP 400.021 (2002)

- **Agregado grueso**

Es el agregado retenida en el tamiz normalizado 4.75mm (n°4) proveniente de la desagregación natural o artificial de la roca, y que cumple con los límites establecidos en la norma presente.

- **Por su densidad**

Según (Pasquel, 1998): Entendiendo densidad como la gravedad específica, es decir el peso entre el volumen de sólidos referido a la densidad del agua, e acostumbra clasificarlo en:

- NORMALES: con $g_e = 2.5$ a 2.75
- LIGEROS: con $g_e < 2.5$
- PESADOS: con $g_e > 2.75$. Cada uno de ellos marca comportamientos diversos en relación al concreto, habiéndose establecido técnicas y métodos de diseño y uso para cada caso.



Propiedades físicas de los agregados

- **Especificaciones técnicas del agregado grueso**

Estará conformado de fragmentos cuyos perfiles sean preferentemente angulares o semiangulares, limpios, duros, compactos, resistentes y de textura preferentemente, rugosas y libres de material escamoso o partículas blandas.

La resistencia a la compresión del agregado no será menor de 600 kg/cm²

Estará graduado dentro de los límites especificados en la Tabla de requisitos obligatorios.

El tamaño máximo de agregado a tomar será:

1/5 de la menor dimensión entre caras de encofrados o 1/3 de la altura de las losas o 3/4 del espacio libre mínimo entre varillas individuales de refuerzo.

Para el caso de ser necesario el lavado del material este debe hacerse con agua libre de materia orgánica, sales o sólidos en suspensión.

- **Granulometría del agregado grueso**

A. Procedimiento

Calcular el porcentaje que pasa, los porcentajes totales retenidos, o los porcentajes sobre cada tamiz, aproximadamente al 0.1% más cercano de la masa seca inicial de la muestra cuando se requiera, calcular el módulo de fineza, sumando el porcentaje acumulado retenido de materia de cada uno de los siguientes tamices (porcentaje acumulado retenido) y dividir la suma entre 100: 150um (n°100); 300um (n°4); 600um (n°30); 1.18mm (n°16); 2.36mm (n°8); 4.75mm (n°8); 4.75mm (n°4); 9.5mm (3/8 de pulgada); 19.0 (3/4 de pulgada); 37.5mm (1 1/2 pulgada). La granulometría del agregado grueso, deberá cumplir con los límites de la Tabla siguiente:

Tabla 1: Requisitos granulométricos del agregado grueso

TAMAÑO NOMINAL	% pasa por los tamices normalizados												
	100 mm (4")	90 mm (3 1/2")	75 mm (3")	63 mm (2 1/2")	50 mm (2")	37.5 mm (1 1/2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	4.75 mm (n°4)	2.36 mm (n°8)	1.18 mm (n°16)
90 mm a 37.5 mm (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100	---	25 a 60	---	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---
63 mm a 37.5 mm (2 1/2" a 1 1/2")	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---
50 mm a 25 mm (2" a 1")	---	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---
50 mm a 4.75 mm (2" a n°4)	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	---	0 a 5	---	---
37.5 mm a 19 mm (1 1/2" a 3/4")	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---
37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2" a n°4)	---	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	0 a 5	---	---
25 mm a 12.5 mm (1" a 1/2")	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---	---
25 mm a 9.5 mm (1" a 3/8")	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	---	---
25 mm a 4.75 mm (1" a n°4)	---	---	---	---	---	100	95 a 100	---	25 a 65	---	0 a 10	0 a 5	---
19 mm a 9.5 mm (3/4" a 3/4")	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	---	---
19 mm a 4.75 mm (3/4" a n°4)	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	---	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---
12.5 mm a 4.75 mm (1/2" a n°4)	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	---
9.5 mm a 2.36 mm (3/8" a n°8)	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

Fuente: (AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigon (concreto) NTP 400.037, 2002)

○ **Peso específico del agregado grueso**

Es el cociente entre el peso de las partículas dividido entre el volumen de los sólidos únicamente, es decir no incluye los vacíos entre ellas. Su valor para agregados normales oscila entre 2500 y 2750 kg/m3.

○ **Peso específico aparente agregado grueso**

Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de la porción impermeable del agregado, a la masa en el aire de igual volumen de agua destilada libre de gas. (AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso Especifico y aborsion del agregado grueso. NTP 400.021, 2002)

Calculo de peso específico aparente (Pea)

$$Pea = \frac{A}{(A - C)} * 100$$



Dónde:

A = peso de la muestra seca en el aire, gramos.

C = peso en el agua de la muestra saturada.

- **Peso específico de masa agregado grueso**

Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de agregado (incluyendo los poros permeables e impermeables en las partículas, pero no incluyendo los poros entre partículas); a la masa en el aire de igual volumen de agua destilada libre de gas. (AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso Especifico y aborsion del agregado grueso. NTP 400.021, 2002)

Calculo de peso específico de masa (Pem)

$$Pem = \frac{A}{(B - C)} * 100$$

Dónde:

A = peso de la muestra seca en el aire, gramos.

B = peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos.

C = peso en el agua de la muestra saturada.

- **Peso específico de masa saturada superficialmente seco agregado grueso (sss)**

Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de agregado incluyendo la masa de agua de los poros llenos hasta colmarse por sumersión en agua por 24 horas aproximadamente (pero no incluyendo los poros entre partículas), comparada con la masa en el aire de un igual volumen de agua destilada libre de gas. (AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso Especifico y aborsion del agregado grueso. NTP 400.021, 2002)



Calculo de peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)

$$PeSSS = \frac{B}{(B - C)} * 100$$

Dónde:

A = peso de la muestra seca en el aire, gramos.

B = peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos.

C = peso en el agua de la muestra saturada.

- **Peso unitario**

Es el cociente entre el peso de las partículas dividido entre el volumen total incluyendo los vacíos. Su valor para agregados normales oscila entre 1500 y 1700 kg/m³.

Este método de ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos, basados en la misma determinación. Este método se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150mm.

Calculo de peso unitario compactado o suelto, como sigue:

$$M = \frac{(G - T)}{V}$$

Dónde:

M = peso unitario del agregado en kg/m³

G = peso del recipiente de medida más el agregado en kg

T = peso del recipiente de medida en kg

V = volumen de la medida en m³



- **Humedad**

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado.

Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla en el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas, para que se cumplan las hipótesis asumidas. La humedad se expresa de la siguiente manera según ASTM C-566 (Pasquel, 1998).

El contenido de humedad

$$P = 100 * \frac{(W-D)}{D}$$

Dónde:

P = contenido total de humedad total evaporable de la muestra en porcentaje

W = masa de la muestra húmeda original en gramos

D = masa de la muestra seca en gramos

- **Especificaciones técnicas del agregado fino**

Debe estar compuesto de partículas limpias de perfil angular duras y compactadas libre de materia orgánica u otras sustancias dañinas.

Debe estar graduado dentro de los límites dados en los requisitos obligatorios.

El módulo de fineza debe estar entre 2.3 a 3.1

- **Granulometría agregado fino**

La granulometría del agregado fino, cumplirá con los límites de la siguiente tabla:

Tabla 2: Análisis Granulométrico del Agregado Fino

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

Fuente: (AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigon (concreto) NTP 400.037, 2002)

Procedimiento del ensayo de granulometría

- Calcular los porcentajes totales retenidos, o los porcentajes sobre cada tamiz, aproximando al 0.1% más cercano de la masa seca inicial de la muestra.
- Cuando se requiera, calcular el módulo de fineza, se suma el porcentaje acumulado retenido de material de cada uno de los siguientes tamices y dividir la suma entre 100: 150um (n°100); 300um (n°50); 600um (n°30); 1.18mm(n°16), 2.36mm (n°8); 4.75mm (n°4); 9.5mm (3/8 de pulgada); 19.0 (3/4 de pulgada); 37.5mm (1 ½ pulgada).

- **Módulo de fineza**

El módulo de fineza es un índice de mayor o menor grosor del conjunto de partículas de un agregado. Los agregados que presentan un módulo de fineza bajo indican una preponderancia de las partículas más finas con área superficial total muy alta lo que será necesario cubrir con pasta. El módulo de fineza sirve como una medida del valor lubricante de un agregado dado que cuanto mayor es el valor menor será el valor lubricante y la demanda de agua por su área superficial. (Rivva, 2000)

- **Peso específico seco (gravedad específica) del agregado fino**

Según la norma ASTM C128. Este método cubre la determinación de la densidad media de una cantidad de partículas de agregado fino (no incluye el volumen de vacíos entre partículas), la densidad relativa, (gravedad específica), y la absorción del agregado fino.

Calculo del peso específico

Densidad relativa seca al horno (procedimiento gravimétrico)

$$\frac{A}{B + S - C}$$

Densidad relativa en estado SSD (procedimiento gravimétrico)

$$\frac{S}{B + S - C}$$

Densidad aparente relativa (procedimiento gravimétrico)

$$\frac{A}{B + A - C}$$

Porcentaje de absorción

$$Absorcion \% = \frac{(S - A)}{A} * 100$$

Dónde:

A = masa de la muestra seca al horno, gr.

B = masa del picnómetro más agua hasta la marca de calibración, gr.

C = masa de picnómetro más muestra más agua hasta la marca de calibración, gr.

S = masa de la muestra en estado saturado superficialmente seco, gr.

- **Porcentaje de humedad de agregado fino**

Según la norma NTP 339.185, se establece el procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado.

Tabla 3: Muestreo del Agregado Fino

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

Fuente: (AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado NTP 339.185, 2002)

Calculo del contenido de humedad total evaporable de la siguiente manera:

$$P = 100 * \frac{(W - D)}{D}$$

Dónde:

P = contenido total de humedad total evaporable de la muestra en porcentaje.

W = masa de la muestra húmeda original en gramos.

D = masa de la muestra seca en gramos.



2.2.1.3.3 Agua

El agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades.

El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

Reaccionar con el cemento para hidratarlo.

Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.

Procurar la estructura de vacíos necesarios en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

Por lo tanto, la cantidad de agua que intervienen en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de la necesaria para la hidratación del cemento.

El problema principal del agua de mezcla reside en las impurezas y la cantidad d estas, que ocasionan reaccionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento.

Una regla empírica que sirve para estimar si determinada agua sirve o ni para emplearse en la producción de concreto, consiste en establecer su habilidad para el consumo humano, ya que lo que no daña al hombre no daña al concreto.

Los efectos más perniciosos que pueden esperarse de aguas de mezcla con impurezas son: retardo en el endurecimiento, eflorescencias, contribución a la corrosión del acero, cambios volumétricos, etc. (Pasquel, 1998)

Para el diseño de mezclas el agua debe ameritar la realización de análisis físico y químico del agua, de tal manera que se establezca a composición real estableciendo una comparación con los porcentajes dados por las normas podamos decidir sobre el uso o no de una determinada agua. (Flores, 2009)

- **Requisitos de calidad**

El agua utilizada para la preparación de concretos debe cumplir con los requisitos establecidos en la NTP 339.088, esta establece que las aguas aptas para la preparación y curado del concreto son aquellas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están en los siguientes rangos.

Tabla 4: Límites permisibles para agua de mezcla y curado

DESCRIPCIÓN	LIMITE PERMISIBLE (MÁXIMO)
Sólidos en suspensión	5,000 ppm
Materia orgánica	3 ppm
Alcalinidad (nahco ₃)	1,000 ppm
Sulfatos (ion so ₄)	600 ppm
Cloruros (ion cl)	1,000 ppm
PH	5 a 8

Fuente: (CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento portland. NTP 339.088, 2002)

- **Agua para el curado**

Según la ASTM C 192-02, el agua para el curado debe de cumplir los mismos requisitos para el agua de diseño de mezcla, y por lo general en obra se emplea el agua suministrada a la misma para realizar el curado.

- **Tipos de curado**

Según Neville (1988), existen diferentes diversos materiales, métodos y procedimientos para el curado del concreto, de los cuales se mencionan los más importantes:

- a. **Curado con agua**

Cuando se elige la aplicación de agua, debe ser cubierta totalmente y libre de materiales perjudiciales para el concreto. A continuación se describen varios métodos de curado con agua:

a.1. Inmersión

Es el método más completo de curado. Se usa cuando se trata de losas para pisos, puentes o pavimentos, techos planos (azoteas), es decir, en cualquier lugar donde sea posible almacenar agua con una altura pequeña.

a.2 Rociado de niebla o aspersion

El rociado de niebla o aspersion mediante boquilla o aspersores proporciona un curado excelente cuando la temperatura es bastante superior a la congelación.

b. Curado con tierra

Se emplea especialmente en trabajos comparativamente más pequeños que losas o pisos. Lo importante es que la tierra esté libre de partículas mayores de 25 mm y que no contenga cantidades peligrosas de materia orgánica.

2.2.1.3.4 Fibra

- **Antecedentes**

A lo largo del tiempo, el hombre en su afán de perfeccionar los materiales de construcción para mejorar sus condiciones de vida. Es así que en el antiguo Egipto se inicia a añadir paja en el macizo arcilloso con el cual se fabricaron ladrillos con el objetivo de otorgarle mayor resistencia a y por tanto un buena manejabilidad después de la cocción al sol.

Es así como se inicia el mejoramiento de los materiales de construcción con diferentes tipos de fibras a lo largo del tiempo, como por ejemplo: revoques reforzados con crin de caballo, fibras de cemento en la pasta de cemento, etc. Ya por los últimos tiempos industrias de producción de materiales las utilizaron en la fabricación de cerámicos, plásticos, cementos con el fin de mejorar sus propiedades a la tracción, compresión, a impactos, control de fisuras entre otros.

Ya por los años 1950 es cuando si inicia los primeros estudios de fibras de acero y vidrio en el concreto; y 1960 se realizaron los primeros estudios de concreto fibroreforzado con fibras sintéticas.



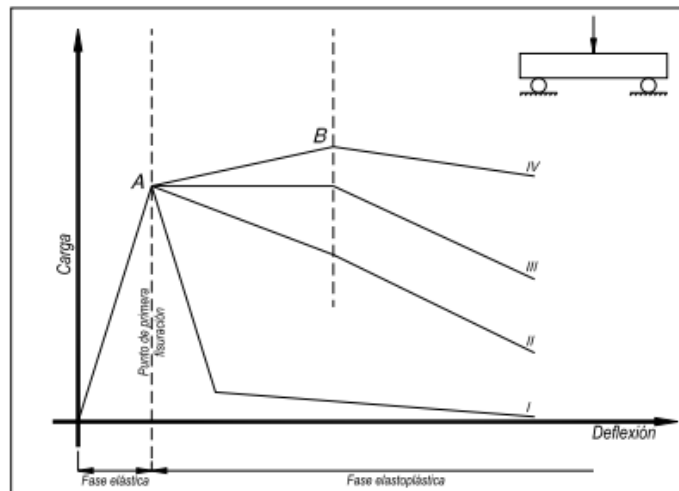
- **Concreto reforzado con fibras**

La utilización de fibras en el interior de la matriz del hormigón tiene como finalidad la formación de un material diverso en el cual el conglomerado, que ya puede ser considerado un material diferente constituido por un esqueleto lítico dispersado en una matriz de pasta de cemento hidratada, está unido a un agente reforzante formado por un material fibroso de distinta naturaleza. (MACAFFERI, 2007, pág. 9)

De igual manera dotar al concreto con fibras con una adecuada resistencia a la tracción, homogéneamente distribuida dentro del concreto, hace que constituya una micro-armadura la cual muestra una extremada eficacia al contrarrestar el fenómeno de figuración por retracción y a la par brinda al concreto una ductilidad que puede llegar a ser considerada en la medida que la resistencia y la cantidad de las fibras sea elevado, confiriendo así al concreto una gran tenacidad. (MACAFFERI, 2007, pág. 9)

Como ya se sabe, en la mayoría de los códigos de diseño no se toma en cuenta la resistencia a la tracción del concreto por tener una conducta frágil, pero al momento de la inclusión de una matriz fibroreforzada, la propiedad a la tracción se logra elevar de manera que puede llegar a ser considerada con fines de diseño. La evaluación de estas propiedades de resistencia serán efectuadas directamente mediante ensayos de flexión sobre vigas los cuales serán explicados en los capítulos siguientes.

En el siguiente grafico se puede observar claramente las diferentes respuestas des concreto fibroreforzado mediante ensayo de flexión.

Figura 1: Ensayos de flexión a concretos adheridos con fibras

Fuente: (MACAFFERI, 2007)

Curva I esquematiza el comportamiento de un hormigón normal sin refuerzo. La estructura, siendo isoestática (la viga simplemente apoyada en sus extremos), una vez alcanzada la carga de primera fisuración, esta colapsa de inmediato, siendo el típico comportamiento de un material frágil.

Curva II muestra alguna capacidad del hormigón (fibroreforzado) para absorber después del punto de primera fisuración cierta carga, aunque baja (A-B), con luego un colapso más lento (comportamiento suavizado).

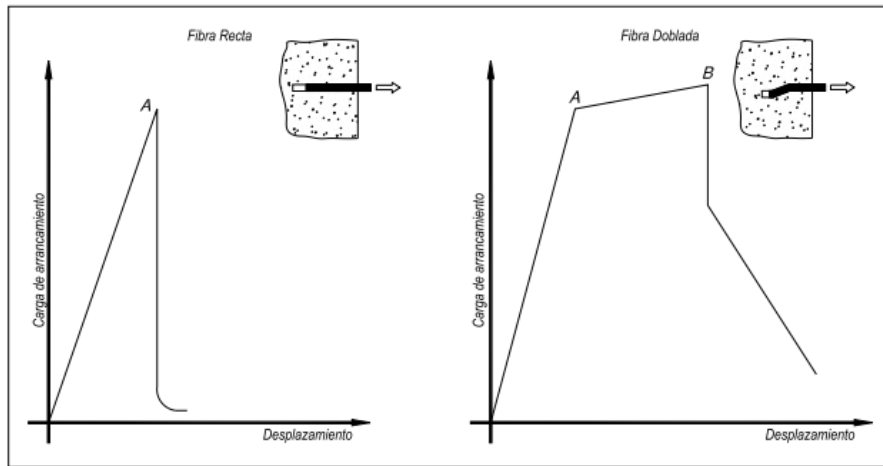
Curva III en cambio es típica de un material dúctil el cual muestra un hormigón capaz de soportar, a partir del punto de primera fisuración, un desplazamiento importante (A-B) bajo carga constante, bastante antes del aún más lento colapso (comportamiento plástico).

Curva IV finalmente evidencia inclusive un cierto incremento de carga soportable bajo un amplio desplazamiento (A-B), después del punto de primera fisuración (comportamiento endurecido). (MACAFFERI, 2007)

Así también se puede observar en el siguiente gráfico la influencia de la geometría de la fibra (formas y dimensiones longitudinales y transversales) sobre el comportamiento del FRC (Fiber Reinforced Concrete) y el SFRC (Steel Fiber Reinforced Concrete) ya que no se produce la extracción impedida por

la adherencia real e impuesta entre la fibra y el concreto, puede llevar a la ruptura de la fibra por una insuficiencia de su resistencia a la tracción.

Figura 2: Incremento de la adherencia fibra-concreto con la forma de la fibra



Fuente: (MACAFFERI, 2007)

Figura 3: Importancia de la resistencia a tracción de la fibra. Energía Absorbida

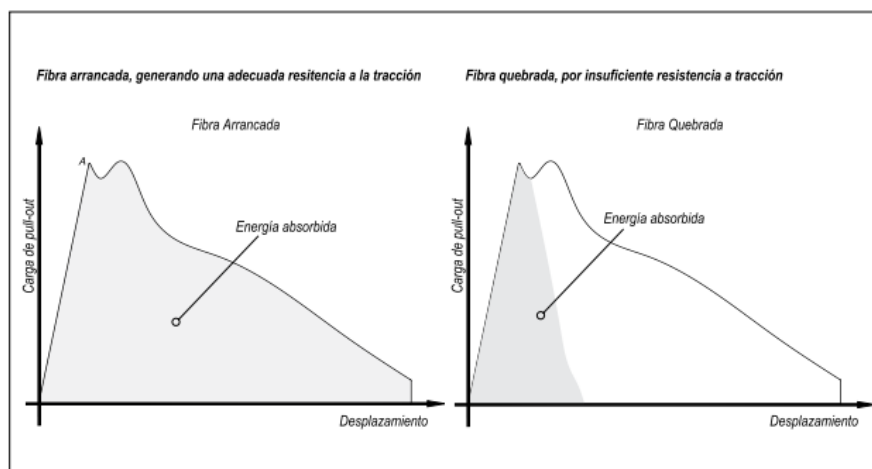


Gráfico 2.4 – Importancia de la resistencia a tracción de la fibra. Energía absorbida.

Fuente: (MACAFFERI, 2007)

• **TIPOS DE FIBRAS**

En la actualidad existen diferentes tipos de fibras, las cuales están en función a la materia prima por la cual esta producidas:

- Metálicas: aceros de carbono y ligados, aluminio

- Naturales: amianto (asbesto), celulosa, carbón.
- Sintéticas: nylon polipropileno, poliacrilo nitrilo, polivinil alcohol.

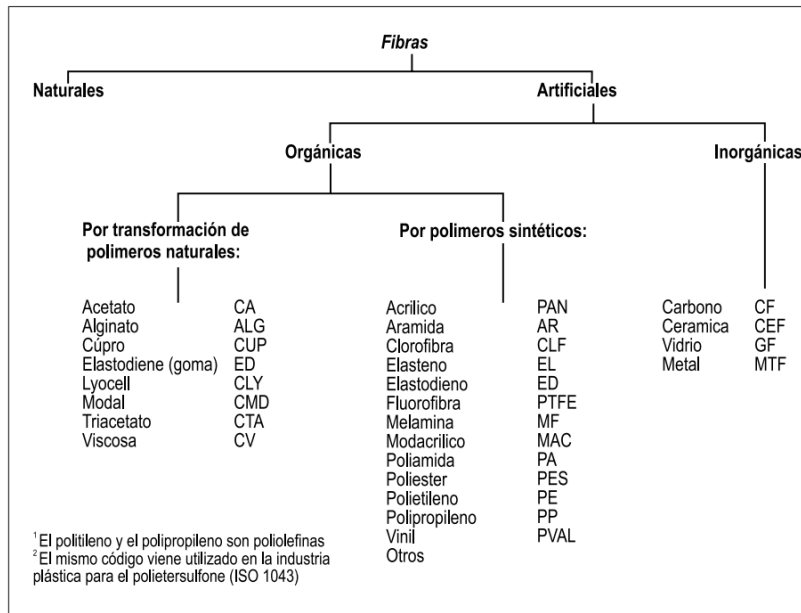
Tabla 5: Características mecánicas de las fibras

Fibras	Diámetro (μm)	Densidad (10 ³ kg/m ³)	Modulo elástico (kN/mn ²)	Resistencia a tracción (kN/mn ²)	Elongación a ruptura (%)
Acero	5 - 500	7,84	200	0,5 - 2	0,5 - 3,5
Vidrio	9 - 15	2,60	70 - 80	2-4	2 - 3,5
Amianto	0,02 - 0,04	3,00	180	3,30	2 - 3
Polipropileno	20 - 200	0,90	5 - 7	0,5 - 0,75	8
Nylon	-	1,10	4	0,90	13 - 15
Polietileno	-	0,95	0,30	0,0007	10
Carbono	9	1,90	230	2,60	1
Kevlar	10	1,45	65 - 133	3,60	2,1 - 4
Acrílico	18	1,18	14 - 19,5	0,4 - 1	3

Fuente: (MACAFFERI, 2007)

Por lo general las fibras fueron clasificadas según por BISFA (esta clasificación se refieren a todos los tipos de fibras y no solo a las utilizadas con el concreto):

Tabla 6: Clasificación de las fibras según BISFA



Fuente: (MACAFFERI, 2007)

- **Fibras de acero**

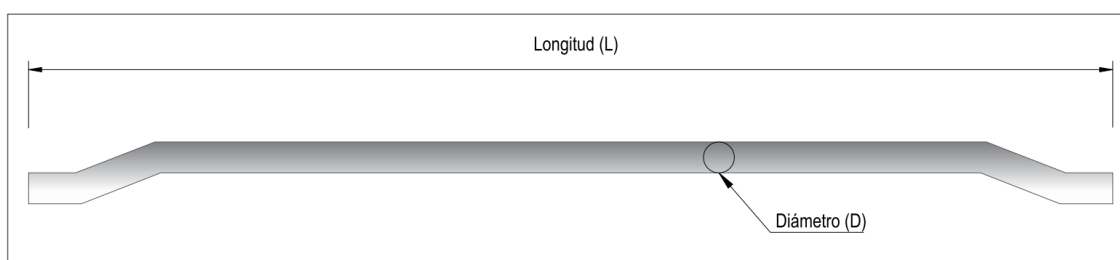
Según la clasificación de las fibras de acero según las normas ASTM, solo reconoce los siguientes que se muestran a continuación.

- Tipo I: Alambre trefilado en frío
- Tipo II: Hojas sueltas
- Tipo III: Extraídos a fusión.
- Tipo IV: Otros tipos de fibras.

Las fibras de alambre trefilado en frío son procesadas a través de esferas de acero que son estiradas para formar hilos de alambre de sección circular que posteriormente son fruncidas para formar fibras deformadas; la fibra Dramix 3D pertenece al primer grupo. Estas están caracterizadas por ser de forma rectilínea y doblada. Los extremos de ambas fibras son mecánicamente deformados para proveer una máxima adhesión entre las fibras de acero y el concreto.

A continuación se muestra la geometría de la fibra:

Figura 4: Ejemplo de fibra doblada metálica (DRAMIX 3D)



Fuente: (MACAFFERI, 2007)

Las características de la fibra de acero Dramix 3D son las siguientes:

Tabla 7: Características mecánicas de la fibra de acero DRAMIX 3D

Código de la fibra	Material de producción	Resistencia a tracción (N/mm ²)	Dimensiones			
			Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Relación de aspecto (L/d)	Número de elementos por kg de material (n°/kg)
Dramix 3D	Alambre trefilado en frío	1.115	50	1.05	45	2802

Fuente: adaptado de (BEKAERT)

Las fibras son utilizadas como refuerzo del concreto y poseen una superficie homogénea. Además, poseen un refuerzo de zinc que permite su protección ante climas agresivos.

Por otro lado según la empresa PRODAC se debe tener en cuenta esta dosificación:

- Dosificación mínima: 20 kg/m³

- **Ventajas en las propiedades mecánicas y térmicas al concreto**

Ductilidad: Las fibras de acero mejoran el comportamiento del hormigón y aumentan sus propiedades mecánicas al originar el aumento de la resistencia a la tracción. También imparte una ductilidad post-grieta a la matriz de cemento evitando el comportamiento frágil de su naturaleza. Las mejoras de la ductilidad dependen de la cantidad de fibras que han sido añadidas al concreto y su la mejora de su resistencia depende del enganche que poseen.

Compresión: Se puede observar un aumento de la compresión de 0 a 15% si la cantidad de fibras colocadas es mayor al 1.5% del volumen total.

Tensión directa: La influencia en la tracción directa es muy importante ya que es del orden de 30 a 40% si la cantidad de fibras colocadas es mayor al 1.5% del volumen total.

Cortante y torsión: Aunque no hay mucha información desarrollada acerca de los efectos en el corte y torsión que producen las fibras, esta propiedad se ve modificada de acuerdo al alineamiento de las fibras.

Debido al aumento de la tenacidad, se acrecienta la capacidad de absorción de energía en la deformación post-figuración.

Asimismo, se posee un mayor control de las grietas ocasionadas por la exudación del concreto y el flujo plástico. Además provee una mejor performance ante ciclos de fatiga, control de la permeabilidad, aumento de la capacidad de carga, control de la penetración de agentes oxidantes.

2.2.1.3.5 Aditivo

Un aditivo es definido, tanto por el Comité 116R del American Concrete Instituto (ACI), como por la norma ASTM C125, es definido como un material que no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es empleado como un ingrediente del mortero o concreto, y es añadido a la tanda inmediatamente antes o durante su mezclado. Los aditivos utilizados como componentes del concreto o del mortero, se añaden a estos durante el mezclado con la finalidad de:

- Modificar convenientemente su comportamiento en estado fresco, a fin de que sean más adecuados al trabajo que se está efectuando.
- Incluir o mejorar determinadas propiedades deseables en el estado endurecido.
- Reducir los costos de operación.
 - **Aditivo plastificante PLASTIMENT HE-98 (SIKA)**

Es un aditivo plastificante e impermeabilizante de cloruros que produce en el concreto un aumento en su trabajabilidad logrando una reducción en la relación agua / cemento. De aspecto Líquido, Pardo oscuro, en base de lignosulfonato modificado.

- **Usos**

- Recomendable en todos los concretos de obras civiles, edificaciones, prefabricados y en general, en toda obra de concreto donde:



- Se exija un concreto de calidad.
- Se tenga que elaborar elementos esbeltos.
- Se requiera superficies en concreto caravista.
- Se necesite facilitar las labores de colocación.
- En obras hidráulicas.
 - **Ventajas**
- Mejora la trabajabilidad en el concreto fresco, facilitando las labores de colocación de este.
- Permite reducir el agua de amasado en el concreto produciendo incrementos en las resistencias mecánicas.
- Aumento de la impermeabilidad.
- Disminución de las retracciones.
- No contiene cloruros.
- Colocación del concreto con una ligera vibración en los lugares con gran cuantía de acero o poco accesible.
- Rapidez en la colocación del concreto bombeado gracias a la mejora de su trabajabilidad (slump)

- **Dosificación**

La dosis varía aproximadamente entre 2.5cm³ a 6cm³ por kilogramo de cemento. Para lograr una buena impermeabilidad, la dosis mínima debe ser 3.3 cm³ por kilogramo de cemento o cuarto de litro por bolsa de cemento.

- **Modo de aplicación**

- Plastiment HE-98 se utiliza diluido en la última parte del agua de amasado del concreto de acuerdo a la dosificación prescrita.



- Se recomienda no preparar soluciones de antemano, por cuanto el aditivo tiene mayor densidad que el agua.
- Si no se dispone de dosificadores de aditivo, debe emplearse un recipiente con la medida exacta para cada amasado.
- La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales, tipo de cemento y en las condiciones de obra.
- Dosificaciones superiores a la recomendada puede ocasionar incorporación de aire en la mezcla.
 - **Manipulación del aditivo**

Evitar el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintéticos y anteojos de seguridad.

2.2.1.4 Propiedades del concreto

La calidad del concreto depende en gran medida de la calidad de la pasta. En un concreto elaborado adecuadamente, cada partícula de agregado está completamente cubierta con pasta y también todos los espacios entre partículas de agregado. El concreto también es un excelente material de construcción porque puede moldearse en una gran variedad de formas, colores y texturizados para ser usado en un número ilimitado de aplicaciones. El concreto recién mezclado debe ser plástico o semifluido y capaz de ser moldeado a mano. una mezcla muy húmeda de concreto se puede moldear en el sentido de que puede colocarse en un encofrado, pero esto no entra en la definición de “plástico” aquel material que plegable y capaz de ser moldeado o formado como un terrón de arcilla para moldar. (Flores, 2009) Las propiedades más importantes del concreto al estado no endurecido incluyen la trabajabilidad, consistencia, fluidez, cohesividad, contenido de aire, segregación, exudación, tiempo de fraguado, calor de hidratación y peso unitario. Las propiedades más importantes del concreto al estado endurecido incluyen las resistencias mecánicas, durabilidad, propiedades elásticas,



cambios de volumen, impermeabilidad, resistencia al desgaste, resistencia a la cavitación, propiedades térmicas y acústicas, y apariencia. (Rivva, 2000)

2.2.1.4.1 Propiedades del concreto fresco

Entre las propiedades del concreto fresco se encuentran:

- Trabajabilidad
- Cohesividad
- Segregación
- Exudación
- Consistencia

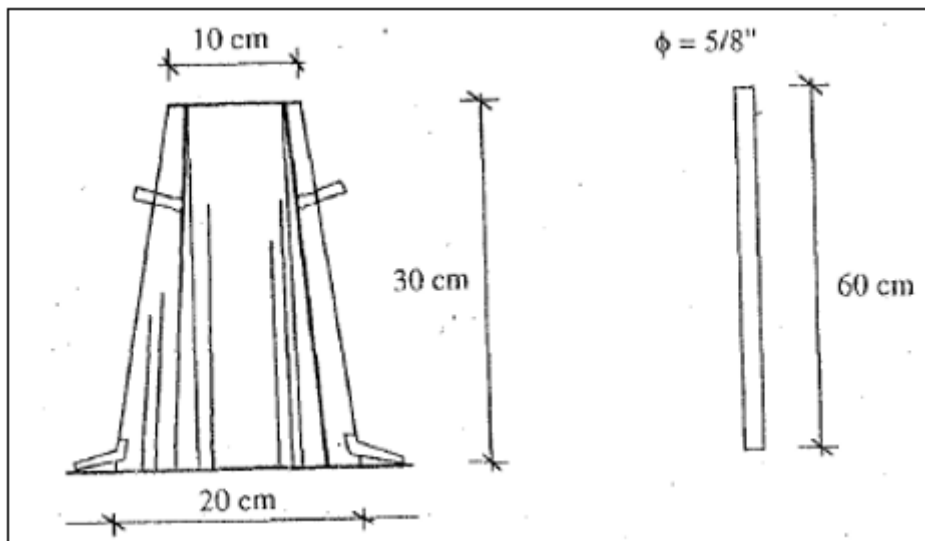
La consistencia es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma; entendiéndose por ello que cuando más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación. La consistencia está relacionada pero no es sinónimo de trabajabilidad. Una mezcla trabajable para pavimentos puede tener una alta consistencia que la hace difícil de trabajar en columnas o placas. Inversamente, una mezcla cuya consistencia lo hace adecuada para vigas o columnas puede ser excesivamente trabajable para estructuras masivas. La consistencia de una mezcla es función de su contenido de agua y de la granulometría y características físicas del agregado, las que determina la cantidad de agua necesaria para alcanzar una consistencia determinada. Usualmente la consistencia de una mezcla se define por el grado de asentamiento de la misma. Corresponden los menores asentamientos a las mezclas más secas y los mayores a las consistencias fluidas. (Rivva, 2000)

Según la (Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el Cono de Abrams, 2002), la consistencia está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla y depende, principalmente, de la cantidad de agua utilizada.

A. Ensayo de consistencia del concreto

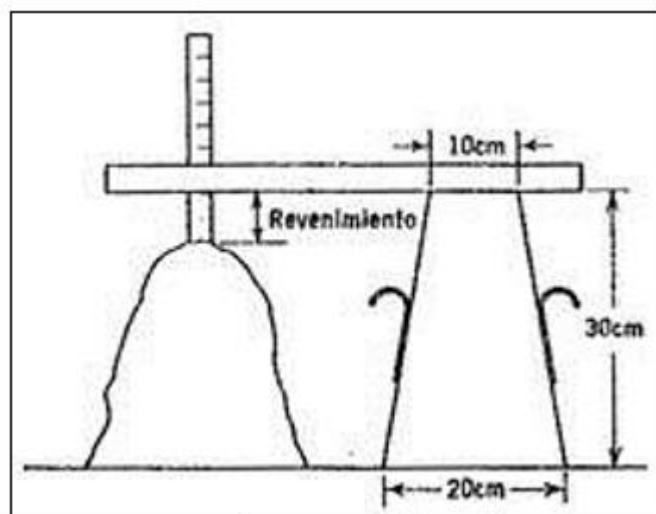
En la prueba indica su consistencia, es decir, su capacidad para ser manejable cuando es colocado en el molde, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos. Las muestras deben ser obtenidas al azar, por un método adecuado, sin tener en cuenta la aparente calidad del concreto. Finalmente la consistencia se modifica, fundamentalmente, por variaciones del contenido del agua de mezcla.

Figura 5: Cono de Abrams



Fuente: (Abanto, 1996)

Figura 6: Revenimiento y SLUMP



Fuente: (Cespedez Garcia, 2003)

Tabla 8: Consistencia del concreto

DESCRIPCIÓN DE LA CONSISTENCIA	SLUMP	MÉTODO DE COMPACTACIÓN
Tiesa	0 a 1	No fluye
Tiesa - Plástica	1" a 2"	Necesita ayuda para fluir
Plástica	3" a 4"	Fluye bien, forma pilas suaves
Fluida	5" a 7"	Fluye rápidamente, no forma pilas

Fuente: (YURA S.A., 2012)

2.2.1.4.2 Propiedades del concreto endurecido

Entre las propiedades del concreto endurecido, se encuentran:

- Elasticidad
- Extensibilidad
- Resistencia

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la flexión, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento. Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar en términos de la relación agua/cemento en peso. La afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a un elemento adicional constituido por la calidad de los agregados, que complementan la estructura del concreto. Un factor indirecto pero no por eso menos importante en la resistencia, lo constituye el curado ya que es el complemento del proceso de hidratación sin el cual no se llegan a desarrollar completamente las características resistentes del concreto. Los concretos normales usualmente tienen resistencias en compresión del orden de 100 a 400 kg/cm², habiéndose logrado optimizaciones de diseño sin aditivos que han permitido obtener resistencias



del orden de 700 kg/cm². Tecnologías con empleo de los llamados polímeros, constituidos por aglomerantes sintéticos que se añaden a la mezcla, permiten obtener resistencias en compresión superiores a las 1,500 kg/cm².

- **Prueba de compresión**

Para una prueba de resistencia se necesitan preparar cilindros estándar de una muestra de concreto a la cual se va a aplicar una carga de compresión, hasta que se observe una falla en el espécimen. (Método de ensayo normalizado para la resistencia a compresión de especímenes cilíndricos de concreto. NTP 339.034, 2002)

La resistencia compresión se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

A. Procedimiento de evaluación de los especímenes de concreto

Estos deberán de cumplir según las especificaciones de la (Práctica Normalizada para la preparación y curado en obra de las probetas para ensayo del hormigón, 2003)

Se coloca el bloque de concreto (briqueta) sobre la plataforma de la máquina de ensayo y mantener el eje de la briqueta juntamente con el eje del equipo.

Según la (Método de ensayo normalizado para la resistencia a compresión de especímenes cilíndricos de concreto. NTP 339.034, 2002) carga deberá aplicarse hasta que el espécimen haya fallado, registrándose la carga máxima soportada.

La resistencia a compresión del espécimen deberá calcularse dividiendo la carga máxima soportada durante la prueba, en kilogramos, entre el área promedio de la sección transversal, en cm². el resultado deberá aproximarse a 1.0 kg/cm².

Por último se procede con los cálculos necesarios para hallar la resistencia a compresión.

$$F'c = \frac{P}{A} \left(\frac{kgf}{cm^2} \right)$$

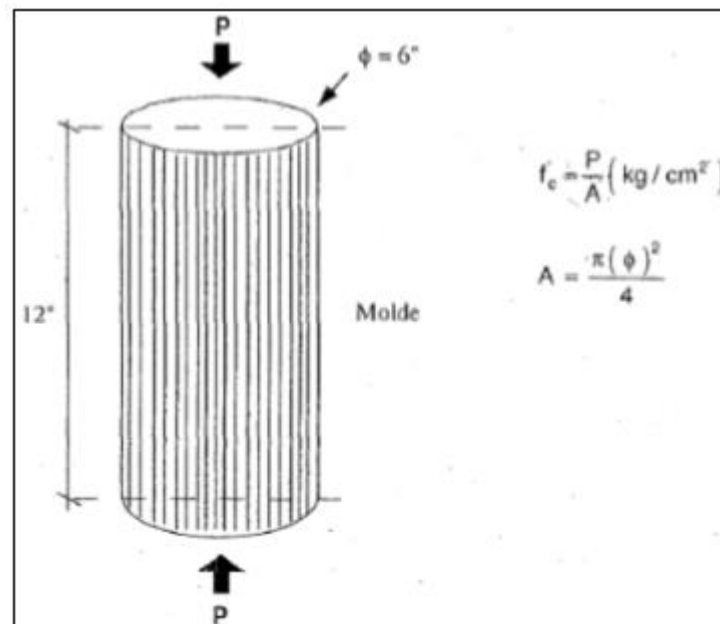
Dónde:

F'c: Resistencia a la compresión en kg/cm².

P: Carga aplicada sobre la superficie de la probeta de concreto, en (kg-f)

A: Área de superficie donde se aplicara la carga (cm²).

Figura 7: Ensayo a compresión de las unidades de concreto



Fuente: (Abanto, 1996)

- **Prueba de flexión**

Este ensayo es utilizado para determinar el módulo de ruptura de especímenes preparados y curados de acuerdo con la NTP 339.088. El esfuerzo determinado puede variar si hay diferencias en el tamaño del espécimen, preparación, condición de humedad o curado. Los resultados de éste método de ensayo pueden ser utilizados para determinar el cumplimiento de especificaciones o como una base para proporcionar las operaciones de



mezclado y colocación. (CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del hormigón en vigas simplemente apoyadas con carga en el centro del tramo 2° Edición NTP 339.079, 2001)

Este método produce valores de esfuerzo de flexión significativamente mayores que el método de ensayo de carga a los tercios medios.

A. Procedimiento de evaluación de los especímenes

Se procede con la elaboración de los especímenes rectangulares

Los dispositivos de aplicación de carga se pondrán en contacto con la superficie del espécimen en el centro del claro entre los apoyos.

Por último se procede con los cálculos necesarios para vigas cargadas al medio.

$$MR = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times h^2} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

Dónde:

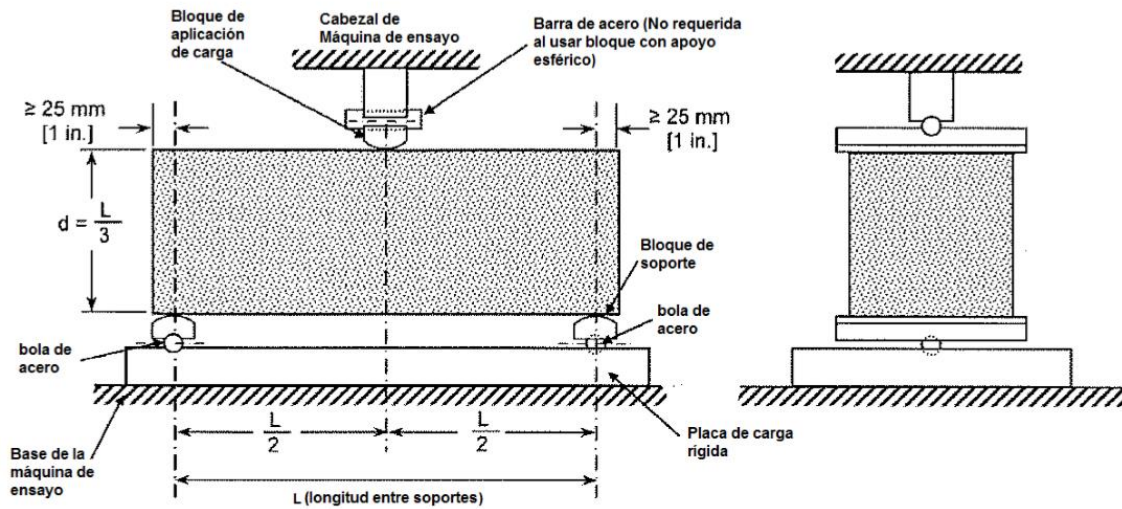
MR: Es el módulo de ruptura, en (kg/cm²).

P: Carga máxima aplicada en (Kg-f).

L: Distancia entre apoyos (cm).

b: Es el ancho promedio del espécimen, en (cm).

h: Es al peralte promedio del espécimen, en (cm).

Figura 8: Ensayos a flexión de unidades prismáticas de concreto

Fuente: (Método de ensayo. Determinación del esfuerzo a flexión en el concreto (Utilizando viga simplemente soportada con carga al centro de la luz) NTG 41017 h8, 2014)

2.2.1.5 Diseño de mezclas

2.2.1.5.1 Cemento

En el caso del cemento es importante conocer:

- Tipo y marca del cemento seleccionado.
- Peso específico del cemento.
- Peso específico del material puzolánico si se trata de un cemento combinado.

2.2.1.5.2 Agua

En el caso del agua, se emplea aguas no potables.

- Análisis químico del agua.

2.2.1.5.3 Agregados

En el caso de los agregados fino y grueso es importante conocer:



- Análisis granulométrico.
- Peso específico.
- Peso unitario suelto y compactado.
- Porcentaje de absorción y contenido de humedad.
- Perdida por abrasión, si el agregado va a ser empleado en concreto para pavimentos.
- Presencia de materia orgánica.

2.2.1.5.4 Aditivos

Según Rivva (2007) Si se emplea aditivos en la mezcla es importante conocer:

- Tipo y marca de aditivo.
- Fecha de vencimiento.
- Efecto sobre las propiedades del concreto.
- Recomendaciones de empleo proporcionadas por el fabricante.

2.2.1.5.5 Diseño de mezclas según método del american concrete institute (ACI)

A. Establecimiento de f'_{cr} en función a los criterios establecidos por la ACI318. (Tabla 10)

B. Establecimiento de la cantidad de agua por m³ de concreto en función de las condiciones de trabajabilidad, el tamaño máximo de los agregados y ocasionalmente el tipo de cemento. (Tabla 11)

C. Definición de la relación agua/cemento en peso en base a la resistencia en compresión solicitada o requisitos de durabilidad. (Tabla 12)

D. Cálculo de la cantidad de cemento en peso en función de la relación agua/cemento y la cantidad de agua definida en A y B

$$\text{Cemento (Kg)} = \frac{\text{Peso del agua (Kg)}}{\text{Relación A/C}}$$

E. Cálculo de los volúmenes absolutos del agua y el cemento:

$$\text{Vol. Abs. Cemento (m3)} = \frac{\text{Peso del cemento (Kg)}}{\text{Peso específico del cemento } \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$\text{Vol. Abs. Agua (m3)} = \frac{\text{Peso del agua (Kg)}}{\text{Peso específico del agua } \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

F. Calculo del volumen absoluto del agregado grueso según el módulo de fineza y el tamaño máximo nominal.

$$\text{Vol. Abs. A. Gruedo (m3)} = \frac{\text{Peso del agregado grueso (Kg)}}{\text{Peso específico del agregado grueso } \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

G. Estimación del porcentaje de aire por m³ y el volumen absoluto que atrapara el concreto en función de las características granulométricas de los agregados. (Tabla N° 10)

H. Obtención del volumen absoluto que ocuparan El agregado fino, restando de 1 m³ los volúmenes hallados de cemento, agua, aire y agregado grueso.

$$\begin{aligned} \text{Vol. Abs. Agr} &= 1 \text{ m}^3 - \text{Vol. Abs. Agua(m}^3) - \text{Vol. Aire(m}^3) \\ &\quad - \text{Vol. Abs. Cemento(m}^3) - \text{Vol. Abs. A. Grueso(m}^3) \end{aligned}$$

I. Cálculo del peso del agregado fino de acuerdo a su volumen absoluto.

$$\text{Peso Arena (m3)} = \text{Vol. Abs. Arena (m3)} * \text{Peso Específico. Arena } \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right)$$

J. Correcciones por humedad y absorción de diseño

$$\text{Peso Humedo Piedra (Kg)} = \text{Peso Piedra (Kg)} * (1 + \text{Humedad piedra})$$

$$\begin{aligned} \text{Peso Humedo Arena (Kg)} &= \text{Peso Arena (Kg)} + \text{Hpumedo Arena (Kg)} \\ &= \text{Peso Arena (Kg)} * (1 + \text{Humedad arena}) \end{aligned}$$



$$\text{Balance agua en la piedra (\%)} = \text{Humedad piedra} - \text{Absorción piedra}$$

$$\text{Balance agua en la arena (\%)} = \text{Humedad arena} - \text{Absorción arena}$$

$$\text{Contrib. agua piedra (Kg)} = \text{Balance piedra(\%)} * \text{Peso humedo piedra(Kg)}$$

$$\text{Contrib. agua arena (Kg)} = \text{Balance arena (\%)} * \text{Peso humedo arena (Kg)}$$

$$\begin{aligned} \text{Agua final} = & \text{Agua (Kg)} - \text{Contr. Agua piedra (Kg)} \\ & - \text{Contr. Agua arena (Kg)} \end{aligned}$$

K. Diseño final

Agua final (kg), peso húmedo piedra (kg), peso húmedo arena (kg), peso cemento (kg)

Tabla 9: f'_{cr} Aplicable cuando no se dispone de resultados para definir la desviación estándar

$f'c$ ESPECIFICADO	f'_{cr} (kg/cm ²)
Menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 85$
Mayor a 350	$1.10f'c + 49$

Fuente: (Pasquel, 1998)

Tabla 10: Cantidades aproximadas de agua de amasado para diferente slump, tamaño máximo de agregado y contenido de aire

Slump	Tamaño Máximo Nominal							
	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	---
% de aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
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	---
% de aire atrapado recomendado en función del agregado de exposición								
Normal	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Moderado	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Extrema	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

Fuente: (Rivva, 1992)

Tabla 11: Relación agua/cemento vs f'c

f'cr (28 días)	Estimación de la relación agua/cemento en peso para agregado grueso del tamaño máximo nominal indicado		
	3/8"	3/4"	1 1/2"
140	0,87	0,85	0,80
175	0,79	0,76	0,71
210	0,72	0,69	0,64
245	0,66	0,62	0,58
280	0,61	0,58	0,53
315	0,57	0,53	0,49
350	0,53	0,49	0,45

Fuente: (Pasquel, 1998)

Tabla 12: Asentamiento recomendado para diversos tipos de obras

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

Fuente: (Pasquel, 1998)

Tabla 13: Volumen de agregado grueso compactado en seco para diversos módulos de fineza de arena

Tamaño Máximo Nominal Del Agregado	Volumen Del Agregado Grueso Compactado En Seco Para Diversos Módulos De Fineza De Arena			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.49	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.5
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.79	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: (Rivva, 2000)

CAPÍTULO III - METODOLOGÍA

3.1. Metodología de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

- Por su finalidad

Este tipo de investigación es aplicada pues estamos utilizando una serie de conocimientos de ingeniería para solucionar los problemas propios de la ingeniería civil en beneficio de la sociedad para finalmente obtener un producto final.

- Por su enfoque

La investigación es cuantitativa pues permite examinar los datos en forma numérica, para la comparación de las propiedades de trabajabilidad, resistencia a la compresión y flexión del concreto patrón $f'c$ 210kg/cm², concreto adicionado con Dramix 3D con 1, 2, 3 y 4% respecto al agregado fino de la mezcla.

3.1.2. Nivel de la investigación

El nivel de investigación de la tesis es descriptivo debido a que se analiza la realidad del concreto patrón $f'c$ 210kg/cm², concreto adicionado con Dramix 3D con 2, 4, 6 y 8% respecto al agregado fino de la mezcla, al igual que en estado endurecido para el ensayo de compresión y flexión.

3.1.3. Método de la investigación

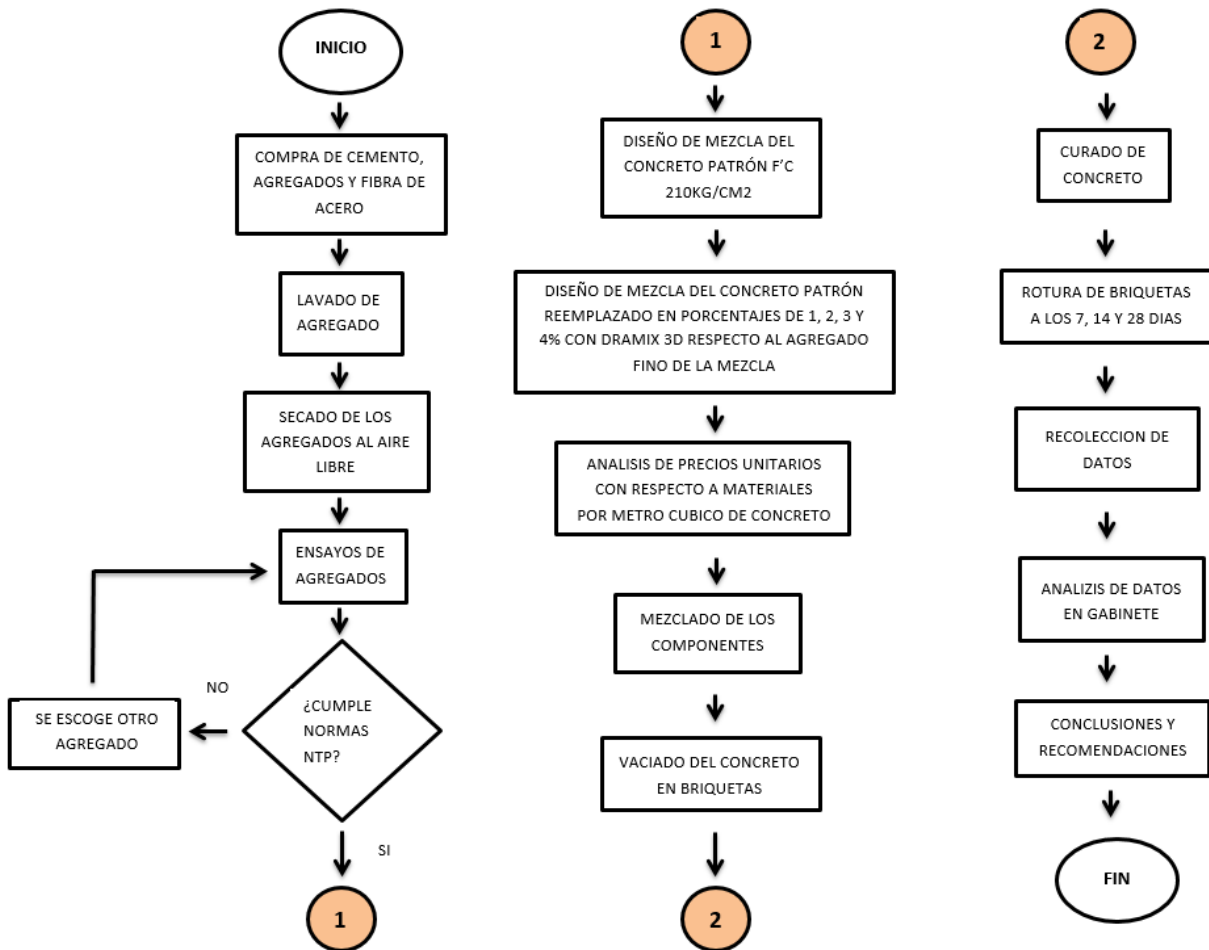
El método de investigación es hipotético – deductivo, ya que se tienen diferentes hipótesis planteadas, las cuales serán deducidas a partir del transcurso de la investigación mediante los ensayos de Rotura de briquetas a compresión y rotura de briquetas a flexión.

3.2. Diseño de la investigación

3.2.1. Diseño metodológico

Según (Hernandez, Fernanadez, & Baptista, 2006), la investigación tiene un diseño del tipo CUASI EXPERIMENTAL, dado que al momento de realizar los ensayos de los agregados y al realizar las muestras de concreto, se presentan factores los cuales no pueden ser controlados como la temperatura ambiente, humedad, presión atmosférica, exactitud de la calibración de los equipos utilizados en laboratorio para realizar los ensayos necesarios.

3.2.2. Diseño de ingeniería





3.3. Universo y muestra

3.3.1. Universo

3.3.1.1 Descripción del universo

Dicha población está constituida por los diferentes tipos de concreto que serán estudiados mediante ensayos que determinaran sus propiedades en los diferentes estados que presenta el concreto.

3.3.1.2 Cuantificación del universo

Se consideran cinco tipos de concreto: Concreto Patrón con Aditivo Plastificante, Concreto con Dramix al 1% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, Concreto con Dramix al 2% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, Concreto con Dramix al 3% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, Concreto con Dramix al 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla.

3.3.2. Muestra

3.3.2.1 Descripción de la muestra

La muestra está constituida por los cinco tipos de concreto que son: Concreto Patrón, Concreto adicionado con Dramix al 1%, Concreto adicionado con Dramix al 2%, Concreto adicionado con Dramix al 3%, Concreto adicionado con Dramix al 4%.

3.3.2.2 Cuantificación de la muestra

La cuantificación de la muestra se limita al tamaño de la población con 180 especímenes entre briquetas y viguetas.

El concreto será adicionado con fibras de acero Dramix 3D, a diferentes porcentajes tanto al 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla.



3.3.2.3 Método de muestreo

El método de muestreo que se utilizó en la investigación fue no probabilístico de acuerdo con (Hernandez, Fernanadez, & Baptista, 2006), debido a que se consideraron la cantidad de briquetas en función al criterio de los investigadores.

3.3.2.4 Criterios de la evaluación de muestra

Se tomará 18 unidades para resistencia a compresión (6 ensayadas a 7 días, 6 ensayadas a 14 días, 6 ensayadas a 28 días) del concreto Patrón, y 18 Unidades para resistencia a flexión (6 ensayadas a 7 días, 6 ensayadas a 14 días, 6 ensayadas a 28 días) de concreto patrón.

La cantidad de especímenes adicionados con Fibras de acero Dramix 3D sometidos a compresión será de 18 unidades (6 ensayadas a 7 días, 6 ensayadas a 14 días, 6 ensayadas a 28 días) y sometidos a flexión será de 18 unidades (6 ensayadas a 7 días, 6 ensayadas a 14 días, 6 ensayadas a 28 días), todos por cada porcentaje de adición de fibra de acero 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla.

Tabla 14: Cantidad de testigos cilíndricos y prismáticos

TESTIGOS A COMPRESIÓN			TESTIGOS A FLEXIÓN		
PATRON 210 KG/CM2			PATRON 210 KG/CM2		
7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
6	6	6	6	6	6
FIBRA DE ACERO DRAMIX 3D 1%			FIBRA DE ACERO DRAMIX 3D 1%		
7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
6	6	6	6	6	6
FIBRA DE ACERO DRAMIX 3D 2%			FIBRA DE ACERO DRAMIX 3D 2%		
7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
6	6	6	6	6	6
FIBRA DE ACERO DRAMIX 3D 3%			FIBRA DE ACERO DRAMIX 3D 3%		
7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
6	6	6	6	6	6
FIBRA DE ACERO DRAMIX 3D 4%			FIBRA DE ACERO DRAMIX 3D 4%		
7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
6	6	6	6	6	6
TOTAL TESTIGOS A COMPRESIÓN		90	TOTAL TESTIGOS A FLEXIÓN		90
TOTAL COMPRESIÓN Y FLEXIÓN			180		

Fuente: Elaboración propia


3.3.2.5 Criterios de inclusión

Se considera las canteras de Vicho y Cunyac. Los especímenes que servirán como patrón y los que son con adición de fibras de acero Dramix 3D en porcentajes de 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, mismos que serán trabajados con cemento portland tipo IP, para edades de 7, 14 y 28 días de los cuales se tomará 9 especímenes para el concreto patrón, como también para los concretos adicionados con fibra de acero Dramix 3D, tanto a compresión como flexión.

3.4. Instrumentos


3.4.1. Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos

Tabla 15: Recolección de datos para granulometría de agregado fino

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
TESISTAS:	JOEL ROMARIO CARRILLO LEIVA JAIRO FRANCISCO ROJAS CHÁVEZ	
FECHA:		
LUGAR:		
ENSAYO:	GRANULOMETRIA DE AGREGADO FINO	
PESO ANTES DE LAVADO:		gr
PESO DESPUES DE LAVADO:		gr
TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	P. RETENIDO (gr)
3/8"	9,5	
N° 4	4,75	
N° 8	2,36	
N° 16	1,18	
N° 30	0,6	
N° 50	0,3	
N° 100	0,15	
N° 200	0,075	
FONDO		


Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Recolección de datos para granulometría de agregado grueso

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
TESISTAS:	JOEL ROMARIO CARRILLO LEIVA JAIRO FRANCISCO ROJAS CHÁVEZ	
FECHA:		
LUGAR:		
ENSAYO:	GRANULOMETRIA DE AGREGADO GRUESO	
PESO ANTES DE LAVADO:		gr
PESO DESPUES DE LAVADO:		gr
TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	P. RETENIDO (gr)
1"	25,4	
3/4"	19	
1/2"	12,5	
3/8"	9,5	
N°4	4,75	


Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Datos para peso específico de agregado fino

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TESISTAS:	JOEL ROMARIO CARRILLO LEIVA JAIRO FRANCISCO ROJAS CHÁVEZ		
FECHA:			
LUGAR:			
ENSAYO:	PESO ESPECIFICO DE AGREGADO FINO		
	1	Peso de la muestra seca en el horno (gr):	
	2	Peso del picnómetro lleno con agua (gr):	
	3	Peso del picnómetro con la muestra y el agua hasta la marca (gr):	
	4	Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr):	
		Peso específico de la masa (gr/cm ³):	
		Peso específico de la masa saturada con superficie seca (gr/cm ³):	
		Peso específico aparente (gr/cm ³):	
		Absorción (%):	


Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Datos para peso específico de agregado grueso

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TESISTAS:	JOEL ROMARIO CARRILLO LEIVA JAIRO FRANCISCO ROJAS CHÁVEZ		
FECHA:			
LUGAR:			
ENSAYO:	PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO		
	1	Peso de la muestra seca en el aire (gr):	
	2	Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr):	
	3	Peso en el agua de la muestra saturada (gr):	
		Peso específico de la masa (gr/cm ³):	
		Peso específico de la masa saturada con superficie seca (gr/cm ³):	
		Peso específico aparente (gr/cm ³):	
		Absorción (%):	


Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Datos para peso unitario de agregado fino

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TESISTAS:	JOEL ROMARIO CARRILLO LEIVA			
	JAIRO FRANCISCO ROJAS CHÁVEZ			
FECHA:				
LUGAR:				
ENSAYO:	PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO			
Agregado fino suelto				
Peso del molde (gr)				
Volumen del molde (cm3):				
Peso del molde más agregado (gr):				
Peso del agregado (gr):				
Peso unitario del agregado (gr)				
Peso específico de la masa (gr/cm3)				
Densidad del agua (cm3)				
Porcentaje de vacíos (%):				
Agregado fino compactado				
Peso del molde (gr)				
Volumen del molde (cm3):				
Peso del molde más agregado (gr):				
Peso del agregado (gr):				
Peso unitario del agregado (gr)				
Peso específico de la masa (gr/cm3)				
Densidad del agua (cm3)				
Porcentaje de vacíos (%):				


Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Datos para peso unitario de agregado grueso

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESISTAS:	JOEL ROMARIO CARRILLO LEIVA					
	JAIRO FRANCISCO ROJAS CHÁVEZ					
FECHA:						
LUGAR:						
ENSAYO:	PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO					
Agregado grueso suelto						
Peso del molde (gr)						
Volumen del molde (cm ³):						
Peso del molde más agregado (gr):						
Peso del agregado (gr):						
Peso unitario del agregado (gr)						
Peso específico de la masa (gr/cm ³)						
Densidad del agua (cm ³)						
Porcentaje de vacíos (%):						
Agregado grueso compactado						
Peso del molde (gr)						
Volumen del molde (cm ³):						
Peso del molde más agregado (gr):						
Peso del agregado (gr):						
Peso unitario del agregado (gr)						
Peso específico de la masa (gr/cm ³)						
Densidad del agua (cm ³)						
Porcentaje de vacíos (%):						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Datos para resistencia a la compresión

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CML									
TESISTAS:	JOEL ROMARIO CARRILLO LEIVA								
	JAIRO FRANCISCO ROJAS CHÁVEZ								
FECHA:									
LUGAR:									
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN								
Edad de Curado:		días							
Fecha de Rotura	Descripción	Diametro Superior (cm)		H (altura) (cm)		Carga	Valor (kg-f)		
		Medidas	Promedio	Medidas	Promedio				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Datos de humedad natural

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
TESISTAS:	JOEL ROMARIO CARRILLO LEIVA				
	JAIRO FRANCISCO ROJAS CHÁVEZ				
FECHA:					
LUGAR:					
ENSAYO:	HUMEDAD NATURAL				
			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
	Peso de Recipiente (gr)				
	Humeda + Recipiente (gr)				
	Seca + Recipiente (gr)				

Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Instrumentos de ingeniería

Los instrumentos utilizados en la investigación fueron los siguientes:

Cono de Abrams, se utilizó para medir el revenimiento de los diferentes tipos de concreto estudiados en la investigación, mediante el ensayo de asentamiento.

Máquina de compresión, este equipo fue utilizado para medir la resistencia a compresión de los testigos cilíndrico a diferentes edades, y se adaptó para medir la resistencia a la flexión de los testigos prismáticos a diferentes edades.

Fotografía 1: Equipo universal para ensayo a compresión



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 2: Equipo universal para ensayo a Compresión acondicionado para ensayos a flexión



Fuente: Elaboración propia

Vernier, se utilizó para medir con exactitud las dimensiones de los testigos cilíndricos.

Regla metálica, se utilizó para medir con exactitud las dimensiones de los testigos prismáticos.

3.5. Procedimiento de recolección de datos

3.5.1. Granulometría de agregados finos – Vicho y Cunyac

3.5.1.1 Instrumentos o equipos utilizados

- Balanza
- Brocha
- Horno
- Tamices: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200.

3.5.1.2 Procedimiento

Primero se inicia con cuarteando una cantidad aproximada de 10 Kg. Para así obtener una muestra representativa, obteniendo una muestra de alrededor de 1.5 Kg. (NTP 400.012,2001)

Fotografía 3: Cuarteo de material



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 4: Peso de material después de cuarteo



Fuente: Elaboración propia

- Con el agregado fino ya lavado y secado al horno por 24 horas., se procede a realizar el tamizado del agregado fino.

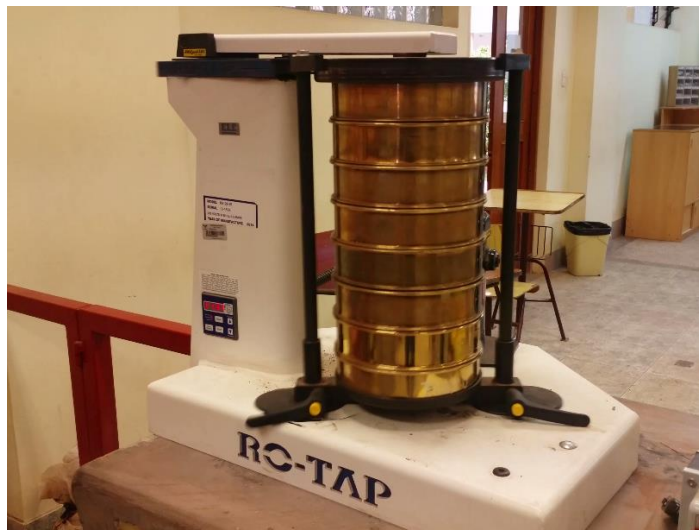
Fotografía 5: Lavado de agregado



Fuente: Elaboración propia

- Por último se anota los pesos retenidos en cada tamiz.

Fotografía 6: Tamizado de agregado



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 7: Peso de material retenido en los tamices



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 8: Material retenido en los tamices

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.3 Datos obtenidos

El peso inicial del confitillo de la cantera de Vicho fue de 1155.5 kg y la arena fina de Cunyac fue de 704.4 kg, en cada caso en la siguiente tabla se presentan los pesos retenidos en cada tamiz:

Tabla 24: Peso retenido de agregado fino de Vicho

TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	P. RETENIDO (gr)
3/8"	9,5	5,1
N° 4	4,75	305,2
N° 8	2,36	323,9
N° 16	1,18	215,4
N° 30	0,6	127
N° 50	0,3	90
N° 100	0,15	58,9
N° 200	0,075	26,7
FONDO		3,3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Peso retenido de agregado fino de Cunyac

TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	P. RETENIDO (gr)
3/8"	9,5	0
N° 4	4,75	0,7
N° 8	2,36	3
N° 16	1,18	12,1
N° 30	0,6	89,9
N° 50	0,3	285,3
N° 100	0,15	218,8
N° 200	0,075	82,3
FONDO		12,3

Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Granulometría del agregado grueso - Vicho

3.5.2.1 Instrumentos o equipos utilizados

- Balanza
- Brocha
- Horno
- Tamices: 1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", 3/8", N°4, N°8.

3.5.2.2 Procedimiento

- Primero se inicia con cuarteando una cantidad aproximada de 20 Kg. Para así obtener una muestra representativa, obteniendo una muestra de alrededor de 5 Kg. (NTP 400.012)

Fotografía 9: Selección del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia

- Con el agregado grueso ya lavado y secado al horno entre por 24 horas., se procede a realizar el tamizado del agregado grueso.
- Por último se anota los pesos retenidos en cada tamiz.

3.5.2.3 Datos obtenidos

El peso inicial del agregado grueso de la cantera de Vicho fue de xxxx, en la siguiente tabla se presentan los pesos retenidos en cada tamiz:

Tabla 26: Peso retenido de agregado grueso de Vicho

TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	P. RETENIDO (gr)
1"	25,4	0
3/4"	19	289,1
3/8"	12,5	1402,8
N°4	9,5	266,9
N°8	4,75	15,7
Fondo		16,3

Fuente: Elaboración propia

3.5.3. Peso específico agregado fino – Vicho y Cunyac

3.5.3.1 Instrumentos utilizados

- Balanza de precisión de 05 gr.
- Picnómetro de capacidad de 500 ml.
- Cono de absorción
- Apisonador
- Bomba de vacíos
- Horno
- Cocina a gas

3.5.3.2 Procedimiento

- Se realiza el cuarteo del agregado fino hasta llegar a una cantidad un poco mayor a 1 Kg, luego se procede a secarlas en un horno a 110°C por 24 horas, luego se procede a saturar el material por 24 horas.
- Una vez saturado, el material se seca hasta que se encuentre en el estado de seco superficialmente con la ayuda de una cocina a gas.

Fotografía 10: Material fino saturado superficialmente seco



Fuente: Elaboración propia

- Para ver si el material se encuentra en el estado seco superficialmente, se hace uso del cono de absorción hasta que al retirar el cono la punta quede intacta.
- Seguidamente se procede a pesar el picnómetro con agua destilada hasta el nivel de 500 ml, y se procede a anotar el peso.
- Se pesa 500 gr del agregado seco superficialmente y son colocados en el picnómetro y se pesan otros 500 gr del agregado que irán al horno.
- Se procede a la extracción de los vacíos del picnómetro con el material dentro y deja el agua destilada hasta la marca de 500 ml.
- Se anota el peso del picnómetro con el material dentro.

3.5.3.3 Datos obtenidos

Tabla 27: Datos para peso específico - Agregado fino Vicho (25%) y Cunyac (75%)

1	Peso de la muestra seca en el horno (gr):	487.6	gr
2	Peso del picnómetro lleno con agua (gr):	640.3	gr
3	Peso del picnómetro con la muestra y el agua hasta la marca (gr):	948.3	gr
4	Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr):	494,7	gr

Fuente: Elaboración propia

3.5.4. Peso específico para agregado grueso - Vicho

3.5.4.1 Instrumentos utilizados

- Balanza
- Cesta
- Horno

3.5.4.2 Procedimiento

- Se realiza el cuarteo del agregado grueso hasta llegar a una cantidad aproximada de 2 Kg, luego se procede a lavar y secar el material en un horno a 110°C por 24 horas, luego se procede a saturar el material por 24 horas.
- Se procede a secar el material con la ayuda de un trapo hasta alcanzar el estado de superficialmente seco, para luego anotar el peso.
- Se procede a colocar el material en la cesta de la balanza hidrostática para así poder obtener el peso sumergido del material, el cual se anota.
- Se saca el material de la cesta y se seca en el horno y por último se anota el peso.

3.5.4.3 Datos obtenidos

Tabla 28: Datos para peso específico - Agregado grueso Vicho

1	Peso de la muestra seca en el aire (gr):	2,105	kg
2	Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr):	2,123	kg
3	Peso en el agua de la muestra saturada (gr):	1,343	kg

Fuente: Elaboración propia

3.5.5. Peso unitario para agregados

3.5.5.1 Peso unitario suelto para agregados fino y grueso

3.5.5.1.1 Instrumentos utilizados

- Balanza
- Probeta cilíndrica
- Próctor
- Varilla de 5/8 lisa de 60 cm de longitud
- Horno

3.5.5.1.2 Procedimiento

- Para realizar el ensayo, el agregado debe estar secado al horno por 24 horas a una temperatura de 110°C.
- Se anota y determina el peso y volumen de la probeta cilíndrica y de próctor para el agregado grueso y agregado fino respectivamente.
- Se deja caer el agregado dentro de la probeta cilíndrica para el agregado grueso y dentro del molde de próctor para el agregado fino, en ambos casos se deja caer a una altura aproximada de 5 cm.
- Se enrasa con la ayuda de la varilla de 5/8" y se anotan los pesos de cada muestra.

Fotografía 11: Enrasado de material grueso



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 12: Preparado de material fino para enrase



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 13: Peso de material fino suelto



Fuente: Elaboración propia

3.5.5.1.3 Datos obtenidos

A. Peso unitario suelto de agregado fino

Tabla 29: Datos para peso unitario suelto - Agregado fino Vicho (25%) y Cunyac (75%)

Peso del molde (gr)	7520	7520	7520
Volumen del molde (cm ³):	3529,1	3549,45	3529,1
Peso del molde más agregado (gr):	13390	13390	13410

Fuente: Elaboración propia

B. PESO UNITARIO SUELTO DE AGREGADO GRUESO

Tabla 30: Datos para peso unitario suelto - Agregado grueso Vicho

Peso del molde (gr)	5435	5435	5435
Volumen del molde (cm ³):	5301,44	5304,1	5298,85
Peso del molde más agregado (gr):	13030	13020	13040

Fuente: Elaboración propia

3.5.5.2 Peso unitario compactado para agregado fino y grueso

3.5.5.2.1 Instrumentos realizados

- Balanza
- Probeta cilíndrica
- Próctor
- Varilla de 5/8 lisa de 60 cm de longitud
- Horno

3.5.5.2.2 Procedimiento

- Para realizar el ensayo, el agregado debe estar secado al horno por 24 horas a una temperatura de 110°C.

- Se anota y determina el peso y volumen de la probeta cilíndrica y de próctor para el agregado grueso y agregado fino respectivamente.
- Se vierte el agregado en tres capas y se compacta con 25 golpes con la varilla por cada capa, el molde cilíndrico para el agregado grueso y el molde de próctor para el agregado fino.

Fotografía 14: Compactado de material grueso



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 15: Compactado de material fino



Fuente: Elaboración propia

- Se enrasa con la ayuda de la varilla de 5/8" y se anotan los pesos de cada muestra.

Fotografía 16: Peso de material fino compactado



Fuente: Elaboración propia

3.5.5.2.3 Datos obtenidos

A. Peso unitario compactado de agregado fino

Tabla 31: Datos para peso unitario compactado - Agregado fino Vicho (25%) y Cunyac (75%)

Peso del molde (gr)	7520	7520	7520
Volumen del molde (cm ³):	3529,1	3549,45	3529,1
Peso del molde más agregado (gr):	13540	13570	13630

Fuente: Elaboración propia

B. Peso unitario compactado de agregado grueso

Tabla 32: Datos para peso unitario compactado - Agregado grueso Vicho

Peso del molde (gr)	5435	5435	5435
Volumen del molde (cm3):	5301,44	5304,1	5298,85
Peso del molde más agregado (gr):	13830	13820	13840

Fuente: Elaboración propia

3.5.6. Revenimiento

3.5.6.1 Instrumentos o equipos utilizados

- Conjunto de herramientas manuales
- Mezcladora
- Cono de Abrams

3.5.6.2 Procedimiento

- Elaboración de la mezcla de concreto patrón y la mezcla de concreto adicionada con fibra en 1, 2, 3 y 4%.

Fotografía 17: Elaboración concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

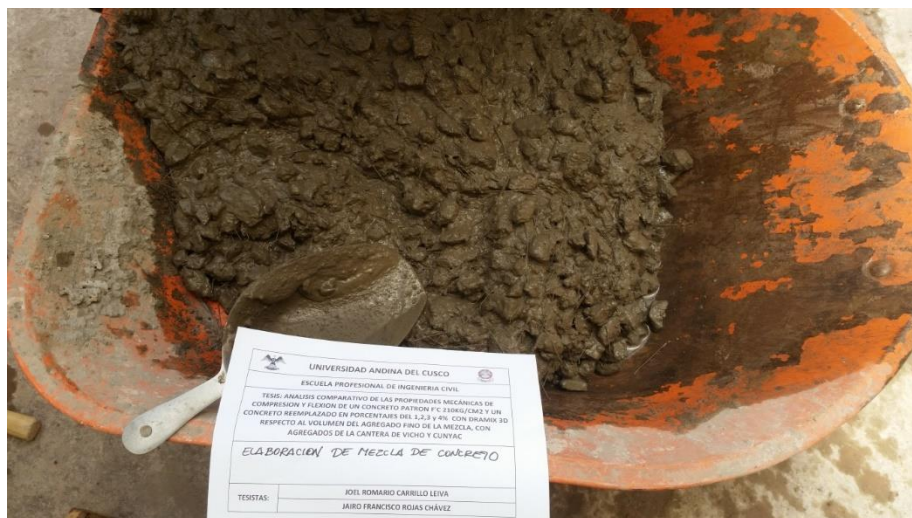
- Se realiza la toma de muestra para realizar el ensayo de revenimiento para la mezcla de concreto patrón y la mezcla de concreto adicionada con fibra en 1, 2, 3 y 4%.

Fotografía 18: Toma de muestras de concreto



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 19: Elaboración concreto adicionado con fibras de acero Dramix 3D al 1%



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 20: Elaboración concreto adicionado con fibras de acero Dramix 3D al 3%



Fuente: Elaboración propia

3.5.6.3 Datos obtenidos

Tabla 33: Revenimiento del concreto patrón

REVENIMIENTO DEL CONCRETO PATRÓN				
CONCRETO PATRÓN	SERIE DE VACEADO	MUESTRA 1 cm	MUESTRA 2 cm	MUESTRA 3 cm
	SERIE 1	6,78	7,5	7,34
	SERIE 2	7,62	7,41	7,53
	SERIE 3	7,25	6,94	7,29

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Revenimiento del concreto con Dramix 3d al 1%

REVENIMIENTO DRAMIX 3D 1%				
DRAMIX 3D 1%	SERIE DE VACEADO	MUESTRA 1 cm	MUESTRA 2 cm	MUESTRA 3 cm
	SERIE 1	7,65	7,7	7,69
	SERIE 2	7,69	7,67	7,7
	SERIE 3	7,69	7,68	7,68

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35: Revenimiento del concreto con Dramix 3d al 2%

REVENIMIENTO DRAMIX 3D 2%				
DRAMIX 3D 2%	SERIE DE VACEADO	MUESTRA 1 cm	MUESTRA 2 cm	MUESTRA 3 cm
	SERIE 1	7,89	7,91	7,86
	SERIE 2	7,85	7,86	7,86
	SERIE 3	7,87	7,9	7,89

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Revenimiento del concreto con Dramix 3d al 3%

REVENIMIENTO DRAMIX 3D 3%				
DRAMIX 3D 3%	SERIE DE VACEADO	MUESTRA 1 cm	MUESTRA 2 cm	MUESTRA 3 cm
	SERIE 1	7,9	7,9	8
	SERIE 2	8,1	7,9	8,11
	SERIE 3	8,5	8,5	8,5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Revenimiento del concreto con Dramix 3d al 4%

REVENIMIENTO DRAMIX 3D 4%				
DRAMIX 3D 4%	SERIE DE VACEADO	MUESTRA 1 cm	MUESTRA 2 cm	MUESTRA 3 cm
	SERIE 1	8,29	8,15	8,25
	SERIE 2	8,35	8,45	8,41
	SERIE 3	8,45	8,4	8,47

Fuente: Elaboración propia

3.5.7. Resistencia a la compresión y flexión de especímenes de concreto

3.5.7.1 Instrumentos y equipos

- Regla metálica
- Vernier
- Equipo de compresión
- Equipo de flexión

3.5.7.2 Procedimiento

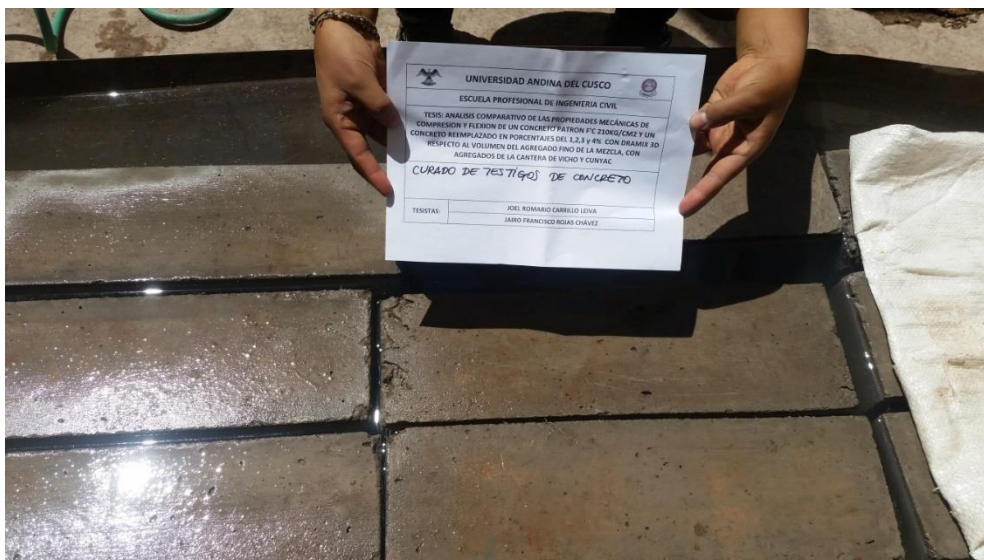
- Se realiza la decodificación de los especímenes de concreto, testigos cilíndricos y testigos prismáticos, los cuales tuvieron el respectivo curado para 7, 14 y 28 días.

Fotografía 21: Curado de briquetas



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 22: Curado de viguetas



Fuente: Elaboración propia

- Previo a realizar los ensayos a compresión y flexión, se toman las medidas de diámetro inferior y superior así como de altura en el caso de los testigos cilíndricos; y de ancho, largo y altura para los testigos prismáticos.

Fotografía 23: Pesado de viguetas



Fuente: Elaboración propia

- Se procede al ensayo de los testigos cilíndricos y prismáticos, del concreto patrón y del concreto con fibras de acero Dramix.

Fotografía 24: Rotura de especímenes cilíndricos de concreto (briquetas)



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 25: Rotura de especímenes prismáticos de concreto (viguetas)



Fuente: Elaboración propia

- Se procede a recolectar los datos obtenidos por los testigos cilíndrico y testigos prismáticos.

3.5.7.3 Datos obtenidos

3.5.7.3.1 Datos de las dimensiones de los testigos cilíndricos y prismáticos

Tabla 38: Datos de longitud-diámetro de testigos cilíndricas del concreto patrón

CONDICIÓN LONGITUD - DIÁMETRO DE MUESTRA PATRÓN				
NÚMERO DE PROBETA (BRIQUETA)	DIÁMETRO		ALTURA	
	cm	PROMEDIO	cm	PROMEDIO
7 DÍAS				
PC-1	10,15	10,13	20,10	20,13
	10,10		20,20	
	10,14		20,10	
PC-2	10,10	10,12	20,60	20,53
	10,13		20,50	
	10,12		20,50	
PC-3	10,00	10,07	20,50	20,53
	10,10		20,60	
	10,10		20,50	
PC-1'	10,10	10,10	20,10	20,10
	10,10		20,10	
	10,10		20,10	
PC-2'	10,10	10,11	20,50	20,47
	10,12		20,50	
	10,12		20,40	
PC-3'	10,00	10,08	20,50	20,50
	10,10		20,50	
	10,15		20,50	

14 DÍAS				
PC-4	10,14	10,15	20,06	20,06
	10,16		20,06	
	10,16		20,06	
PC-5	10,18	10,12	20,07	20,07
	10,12		20,06	
	10,05		20,07	
PC-6	10,20	10,17	20,06	20,06
	10,17		20,07	
	10,14		20,06	
PC-4'	10,14	10,13	20,10	20,10
	10,15		20,10	
	10,10		20,10	
PC-5'	10,15	10,10	20,10	20,17
	10,10		20,20	
	10,05		20,20	
PC-6'	10,20	10,15	20,20	20,20
	10,10		20,20	
	10,15		20,20	

28 DÍAS				
PC-7	10,14	10,14	20,60	20,63
	10,15		20,60	
	10,13		20,70	
PC-8	10,10	10,14	20,60	20,60
	10,20		20,60	
	10,13		20,60	
PC-9	10,15	10,15	20,60	20,57
	10,15		20,50	
	10,16		20,60	
PC-7'	10,10	10,12	20,60	20,60
	10,15		20,60	
	10,10		20,60	
PC-8'	10,10	10,12	20,60	20,57
	10,15		20,50	
	10,10		20,60	
PC-9'	10,15	10,13	20,50	20,50
	10,15		20,50	
	10,10		20,50	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: Datos de longitud-diámetro de testigos cilíndricas con 1% de Dramix

CONDICIÓN LONGITUD - DIÁMETRO DE DRAMIX 3D 1%				
NÚMERO DE PROBETA (BRIQUETA)	DIÁMETRO		ALTURA	
	cm	PROMEDIO	cm	PROMEDIO
7 DÍAS				
UC-1	10,12	10,13	20,60	20,60
	10,17		20,60	
	10,10		20,60	
UC-2	10,11	10,12	20,60	20,63
	10,13		20,60	
	10,13		20,70	
UC-3	10,13	10,13	20,70	20,67
	10,13		20,70	
	10,12		20,60	
UC-1'	10,15	10,13	20,50	20,57
	10,15		20,60	
	10,10		20,60	
UC-2'	10,10	10,10	20,60	20,63
	10,10		20,60	
	10,10		20,70	
UC-3'	10,13	10,13	20,70	20,67
	10,13		20,70	
	10,12		20,60	



14 DÍAS				
UC-4	10,13	10,13	20,60	20,63
	10,13		20,60	
	10,12		20,70	
UC-5	10,1	10,10	20,7	20,60
	10,1		20,6	
	10,1		20,5	
UC-6	10,1	10,13	20,5	20,57
	10,2		20,6	
	10,1		20,6	
UC-4'	10,10	10,13	20,60	20,60
	10,10		20,60	
	10,20		20,60	
UC-5'	10,2	10,18	20,5	20,50
	10,2		20,5	
	10,15		20,5	
UC-6'	10,2	10,17	20,5	20,50
	10,2		20,5	
	10,1		20,5	

28 DÍAS				
UC-7	10,12	10,13	20,6	20,60
	10,12		20,6	
	10,14		20,6	
UC-8	10,1	10,11	20,6	20,67
	10,12		20,7	
	10,12		20,7	
UC-9	10,13	10,12	20,6	20,63
	10,12		20,6	
	10,12		20,7	
UC-7'	10,12	10,14	20,6	20,60
	10,15		20,6	
	10,14		20,6	
UC-8'	10,15	10,13	20,6	20,53
	10,12		20,5	
	10,12		20,5	
UC-9'	10,13	10,13	20,6	20,60
	10,13		20,6	
	10,13		20,6	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: Datos de longitud-diámetro de testigos cilíndricas con 2% de Dramix

CONDICIÓN LONGITUD - DIÁMETRO DE DRAMIX 3D 2%				
NÚMERO DE PROBETA (BRIQUETA)	DIAMETRO		ALTURA	
	cm	PROMEDIO	cm	PROMEDIO
7 DÍAS				
DC-1	10,01	10,07	20,6	20,70
	10		20,8	
	10,19		20,7	
DC-2	10,1	10,14	20,6	20,63
	10,1		20,6	
	10,23		20,7	
DC-3	10,1	10,13	20,7	20,63
	10,1		20,6	
	10,2		20,6	
DC-1'	10	10,03	20,5	20,50
	10		20,5	
	10,1		20,5	
DC-2'	10,1	10,14	20,6	20,60
	10,1		20,6	
	10,23		20,6	
DC-3'	10,1	10,13	20,6	20,60
	10,1		20,6	
	10,2		20,6	

14 DÍAS				
DC-4	10,12	10,12	20,6	20,60
	10,11		20,5	
	10,12		20,7	
DC-5	10,12	10,12	20,6	20,60
	10,12		20,6	
	10,12		20,6	
DC-6	10,14	10,13	20,6	20,60
	10,12		20,6	
	10,13		20,6	
DC-4'	10,12	10,12	20,6	20,67
	10,11		20,7	
	10,12		20,7	
DC-5'	10,12	10,12	20,6	20,60
	10,12		20,6	
	10,12		20,6	
DC-6'	10,14	10,13	20,5	20,50
	10,12		20,5	
	10,13		20,5	

28 DÍAS				
DC-7	10,1	10,07	20,5	20,50
	10,1		20,5	
	10		20,5	
DC-8	10	10,00	20,6	20,60
	10		20,6	
	10		20,6	
DC-9	10,1	10,11	20,5	20,53
	10,12		20,5	
	10,11		20,6	
DC-7'	10,1	10,07	20,6	20,60
	10,1		20,6	
	10		20,6	
DC-8'	10	10,00	20,5	20,50
	10		20,5	
	10		20,5	
DC-9'	10,1	10,11	20,6	20,57
	10,12		20,5	
	10,11		20,6	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: Datos de longitud-diámetro de testigos cilíndricas con 3% de Dramix

CONDICIÓN LONGITUD - DIÁMETRO DE DRAMIX 3D 3%				
NÚMERO DE PROBETA (BRIQUETA)	DIÁMETRO		ALTURA	
	cm	PROMEDIO	cm	PROMEDIO
7 DÍAS				
TC-1	10,1	10,13	20,5	20,60
	10,1		20,6	
	10,2		20,7	
TC-2	10,1	10,10	20,5	20,57
	10,1		20,6	
	10,1		20,6	
TC-3	10,1	10,13	20,6	20,60
	10,1		20,6	
	10,2		20,6	
TC-1'	10,1	10,10	20,6	20,63
	10,1		20,6	
	10,1		20,7	
TC-2'	10,1	10,10	20,5	20,50
	10,1		20,5	
	10,1		20,5	
TC-3'	10,1	10,10	20,5	20,53
	10,1		20,5	
	10,1		20,6	



14 DÍAS				
TC-4	10,14	10,13	20,7	20,80
	10,13		20,8	
	10,13		20,9	
TC-5	10,12	10,14	20,8	20,80
	10,13		20,8	
	10,16		20,8	
TC-6	10	10,13	20,6	20,53
	10,2		20,5	
	10,2		20,5	
TC-4'	10,15	10,15	20,6	20,60
	10,15		20,6	
	10,15		20,6	
TC-5'	10,13	10,14	20,6	20,60
	10,13		20,6	
	10,15		20,6	
TC-6'	10,2	10,20	20,6	20,60
	10,2		20,6	
	10,2		20,6	

28 DÍAS				
TC-7	10	10,07	20,7	20,67
	10,1		20,6	
	10,1		20,7	
TC-8	10,1	10,10	20,7	20,70
	10,1		20,7	
	10,1		20,7	
TC-9	10,1	10,10	20,6	20,63
	10,1		20,6	
	10,1		20,7	
TC-7'	10	10,07	20,6	20,60
	10		20,6	
	10,2		20,6	
TC-8'	10	10,03	20,6	20,60
	10,1		20,6	
	10		20,6	
TC-9'	10,1	10,07	20,6	20,60
	10,1		20,6	
	10		20,6	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42: Datos de longitud-diámetro de testigos cilíndricas con 4% de Dramix

CONDICIÓN LONGITUD - DIÁMETRO DE DRAMIX 3D 4%				
NÚMERO DE PROBETA (BRIQUETA)	DIÁMETRO		ALTURA	
	cm	PROMEDIO	cm	PROMEDIO
7 DÍAS				
CC-1	10,1	10,10	20,6	20,60
	10,1		20,6	
	10,1		20,6	
CC-2	10,1	10,10	20,6	20,60
	10,1		20,6	
	10,1		20,6	
CC-3	10,1	10,10	20,6	20,60
	10,1		20,6	
	10,1		20,6	
CC-1'	10,1	10,10	20,6	20,60
	10,1		20,6	
	10,1		20,6	
CC-2'	10,1	10,10	20,6	20,60
	10,1		20,6	
	10,1		20,6	
CC-3'	10,1	10,10	20,6	20,60
	10,1		20,6	
	10,1		20,6	

14 DÍAS				
CC-4	10,2	10,17	20,5	20,57
	10,1		20,6	
	10,2		20,6	
CC-5	10,11	10,12	20,5	20,57
	10,15		20,6	
	10,1		20,6	
CC-6	10,1	10,17	20,5	20,57
	10,2		20,6	
	10,2		20,6	
CC-4'	10,2	10,17	20,5	20,53
	10,1		20,5	
	10,2		20,6	
CC-5'	10,11	10,12	20,5	20,50
	10,15		20,5	
	10,1		20,5	
CC-6'	10,1	10,17	20,6	20,60
	10,2		20,6	
	10,2		20,6	

28 DÍAS				
CC-7	10	10,03	20,5	20,57
	10		20,6	
	10,1		20,6	
CC-8	10,1	10,03	20,5	20,50
	10		20,5	
	10		20,5	
CC-9	10	10,07	20,6	20,60
	10,1		20,6	
	10,1		20,6	
CC-7'	10	10,03	20,6	20,60
	10		20,6	
	10,1		20,6	
CC-8'	10,1	10,03	20,5	20,53
	10		20,6	
	10		20,5	
CC-9'	10	10,07	20,5	20,57
	10,1		20,6	
	10,1		20,6	

Fuente: Elaboración propia

3.5.7.3.2 Datos de rotura de testigos cilíndricos

Tabla 43: Datos de resistencia a compresión patrón 7 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN - CONCRETO PATRÓN A 7 DÍAS				
Nº DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	"G" CARGA (kg)
PC-1	29/09/2016	05/10/2016	10,13	11930
PC-2	29/09/2016	05/10/2016	10,12	11660
PC-3	29/09/2016	05/10/2016	10,07	11210
PC-1'	29/09/2016	05/10/2016	10,10	11650
PC-2'	29/09/2016	05/10/2016	10,11	11690
PC-3'	29/09/2016	05/10/2016	10,08	11550

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: Datos de resistencia a compresión patrón 14 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN - DRAMIX 1% A 14 DÍAS				
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	"G" CARGA (kg)
UC-4	24/09/2016	08/10/2016	10,13	15200
UC-5	24/09/2016	08/10/2016	10,10	14790
UC-6	24/09/2016	08/10/2016	10,13	14680
UC-4'	24/09/2016	08/10/2016	10,13	15240
UC-5'	24/09/2016	08/10/2016	10,18	14980
UC-6'	24/09/2016	08/10/2016	10,17	14810

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Datos de resistencia a compresión patrón 28 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN - CONCRETO PATRÓN A 28 DÍAS				
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	"G" CARGA (kg)
PC-7	17/09/2016	15/10/2016	10,14	17250
PC-8	17/09/2016	15/10/2016	10,14	17600
PC-9	17/09/2016	15/10/2016	10,15	16760
PC-7'	17/09/2016	15/10/2016	10,12	17580
PC-8'	17/09/2016	15/10/2016	10,12	17520
PC-9'	17/09/2016	15/10/2016	10,13	17400

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 1% a 7 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN - DRAMIX 1% A 7 DÍAS				
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	"G" CARGA (kg)
UC-1	30/09/2016	07/10/2016	10,13	11340
UC-2	30/09/2016	07/10/2016	10,12	15080
UC-3	30/09/2016	07/10/2016	10,13	13660
UC-1'	30/09/2016	07/10/2016	10,13	11400
UC-2'	30/09/2016	07/10/2016	10,10	15000
UC-3'	30/09/2016	07/10/2016	10,13	14130

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 1% a 14 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN - DRAMIX 1% A 14 DÍAS				
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	"G" CARGA (kg)
UC-4	24/09/2016	08/10/2016	10,13	15200
UC-5	24/09/2016	08/10/2016	10,10	12020
UC-6	24/09/2016	08/10/2016	10,13	12420
UC-4'	24/09/2016	08/10/2016	10,13	15240
UC-5'	24/09/2016	08/10/2016	10,18	13180
UC-6'	24/09/2016	08/10/2016	10,17	12490

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 1% a 28 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN - DRAMIX 1% A 28 DÍAS				
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	"G" CARGA (kg)
UC-7	19/09/2016	17/10/2016	10,13	16710
UC-8	19/09/2016	17/10/2016	10,11	16730
UC-9	19/09/2016	17/10/2016	10,12	16610
UC-7'	19/09/2016	17/10/2016	10,14	16340
UC-8'	19/09/2016	17/10/2016	10,13	16970
UC-9'	19/09/2016	17/10/2016	10,13	16730

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 2% a 7 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN - DRAMIX 2% A 7 DÍAS				
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	"G" CARGA (kg)
DC-1	01/10/2016	08/10/2016	10,07	15370
DC-2	01/10/2016	08/10/2016	10,14	16790
DC-3	01/10/2016	08/10/2016	10,13	16750
DC-1'	01/10/2016	08/10/2016	10,03	15500
DC-2'	01/10/2016	08/10/2016	10,14	16730
DC-3'	01/10/2016	08/10/2016	10,13	16660

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 2% a 14 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN - DRAMIX 2% A 14 DÍAS				
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	"G" CARGA (kg)
DC-4	26/09/2016	10/10/2016	10,12	19070
DC-5	26/09/2016	10/10/2016	10,12	19040
DC-6	26/09/2016	10/10/2016	10,13	18080
DC-4'	26/09/2016	10/10/2016	10,12	18510
DC-5'	26/09/2016	10/10/2016	10,12	18850
DC-6'	26/09/2016	10/10/2016	10,13	18500

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 2% a 28 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN - DRAMIX 2% A 28 DÍAS				
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	"G" CARGA (kg)
DC-7	20/09/2016	18/10/2016	10,07	19070
DC-8	20/09/2016	18/10/2016	10,00	19060
DC-9	20/09/2016	18/10/2016	10,11	17830
DC-7'	20/09/2016	18/10/2016	10,07	19060
DC-8'	20/09/2016	18/10/2016	10,00	19200
DC-9'	20/09/2016	18/10/2016	10,11	18420

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 3% a 7 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN - DRAMIX 3% A 7 DÍAS				
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	"G" CARGA (kg)
TC-1	03/10/2016	10/10/2016	10,13	16380
TC-2	03/10/2016	10/10/2016	10,10	16810
TC-3	03/10/2016	10/10/2016	10,13	16380
TC-1'	03/10/2016	10/10/2016	10,10	16520
TC-2'	03/10/2016	10/10/2016	10,10	16770
TC-3'	03/10/2016	10/10/2016	10,10	16560

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 3% a 14 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN - DRAMIX 3% A 14 DÍAS				
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	"G" CARGA (kg)
TC-4	27/09/2016	11/10/2016	10,13	15310
TC-5	27/09/2016	11/10/2016	10,14	15410
TC-6	27/09/2016	11/10/2016	10,13	18220
TC-4'	27/09/2016	11/10/2016	10,15	17330
TC-5'	27/09/2016	11/10/2016	10,14	17540
TC-6'	27/09/2016	11/10/2016	10,20	17430

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 3% a 28 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN - DRAMIX 3% A 28 DÍAS				
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	"G" CARGA (kg)
TC-7	21/09/2016	19/10/2016	10,07	18520
TC-8	21/09/2016	19/10/2016	10,10	16420
TC-9	21/09/2016	19/10/2016	10,10	20970
TC-7'	21/09/2016	19/10/2016	10,07	18420
TC-8'	21/09/2016	19/10/2016	10,03	17540
TC-9'	21/09/2016	19/10/2016	10,07	20880

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 4% a 7 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN - DRAMIX 4% A 7 DÍAS				
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	"G" CARGA (kg)
CC-1	04/10/2016	11/10/2016	10,10	11440
CC-2	04/10/2016	11/10/2016	10,10	12800
CC-3	04/10/2016	11/10/2016	10,10	13150
CC-1'	04/10/2016	11/10/2016	10,10	12560
CC-2'	04/10/2016	11/10/2016	10,10	11970
CC-3'	04/10/2016	11/10/2016	10,10	13120

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 4% a 14 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN - DRAMIX 4% A 14 DÍAS				
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	"G" CARGA (kg)
CC-4	28/09/2016	12/10/2016	10,17	16330
CC-5	28/09/2016	12/10/2016	10,12	13420
CC-6	28/09/2016	12/10/2016	10,17	16290
CC-4'	28/09/2016	12/10/2016	10,17	15150
CC-5'	28/09/2016	12/10/2016	10,12	16260
CC-6'	28/09/2016	12/10/2016	10,17	14880

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57: Datos de resistencia a compresión concreto con Dramix al 4% a 28 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN - DRAMIX 4% A 28 DÍAS				
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	"G" CARGA (kg)
CC-7	22/09/2016	20/10/2016	10,03	15840
CC-8	22/09/2016	20/10/2016	10,03	15320
CC-9	22/09/2016	20/10/2016	10,07	15610
CC-7'	22/09/2016	20/10/2016	10,03	15800
CC-8'	22/09/2016	20/10/2016	10,03	15200
CC-9'	22/09/2016	20/10/2016	10,07	15570

Fuente: Elaboración propia

3.5.7.3.3 Datos de rotura de testigos prismáticos

Tabla 58: Datos de resistencia a flexión concreto patrón 7 días

RESISTENCIA A FLEXIÓN - CONCRETO PATRÓN A 7 DÍAS						
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	ANCHO PROMEDIO		L (cm)	"P" CARGA (kg)
			B (cm)	H (cm)		
PF-1	29/09/2016	05/10/2016	14,93	15,13	50	2070
PF-2	29/09/2016	05/10/2016	14,97	15,07	50	2060
PF-3	29/09/2016	05/10/2016	14,83	15,10	50	2040
PF-1'	29/09/2016	05/10/2016	14,87	15,10	50	2130
PF-2'	29/09/2016	05/10/2016	15,00	15,10	50	2050
PF-3'	29/09/2016	05/10/2016	14,93	15,17	50	2030

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59: Datos de resistencia a flexión concreto patrón 14 días

RESISTENCIA A FLEXIÓN - CONCRETO PATRÓN A 14 DÍAS						
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	ANCHO PROMEDIO		L (cm)	"P" CARGA (kg)
			B (cm)	H (cm)		
PF-4	23/09/2016	07/10/2016	14,53	15,10	50	2180
PF-5	23/09/2016	07/10/2016	14,83	15,17	50	2180
PF-6	23/09/2016	07/10/2016	14,70	15,00	50	2160
PF-4'	23/09/2016	07/10/2016	14,90	15,10	50	2210
PF-5'	23/09/2016	07/10/2016	14,97	15,17	50	2170
PF-6'	23/09/2016	07/10/2016	15,00	15,13	50	2140

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60: Datos de resistencia a flexión concreto patrón 28 días

RESISTENCIA A FLEXIÓN - CONCRETO PATRÓN A 28 DÍAS						
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	ANCHO PROMEDIO		L (cm)	"P" CARGA (kg)
			B (cm)	H (cm)		
PF-7	17/09/2016	15/10/2016	14,57	15,00	50	2370
PF-8	17/09/2016	15/10/2016	14,87	15,10	50	2310
PF-9	17/09/2016	15/10/2016	15,00	15,20	50	2410
PF-7'	17/09/2016	15/10/2016	14,83	15,00	50	2240
PF-8'	17/09/2016	15/10/2016	15,00	15,13	50	2290
PF-9'	17/09/2016	15/10/2016	15,00	15,10	50	2350

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 1% a 7 días

RESISTENCIA A FLEXIÓN - DRAMIX 1% A 7 DÍAS						
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	ANCHO PROMEDIO		L (cm)	"P" CARGA (kg)
			B (cm)	H (cm)		
UF-1	30/09/2016	07/10/2016	14,90	15,17	50	1940
UF-2	30/09/2016	07/10/2016	14,97	15,33	50	1910
UF-3	30/09/2016	07/10/2016	15,00	15,20	50	1950
UF-1'	30/09/2016	07/10/2016	14,90	15,17	50	1920
UF-2'	30/09/2016	07/10/2016	14,97	15,33	50	1930
UF-3'	30/09/2016	07/10/2016	15,00	15,20	50	1970

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 1% a 14 días

RESISTENCIA A FLEXIÓN - DRAMIX 1% A 14 DÍAS						
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	ANCHO PROMEDIO		L (cm)	"P" CARGA (kg)
			B (cm)	H (cm)		
UF-4	24/09/2016	08/10/2016	14,87	15,00	50	2130
UF-5	24/09/2016	08/10/2016	14,97	15,17	50	2170
UF-6'	24/09/2016	08/10/2016	14,93	15,00	50	2280
UF-4'	24/09/2016	08/10/2016	14,87	15,00	50	2210
UF-5'	24/09/2016	08/10/2016	14,97	15,17	50	2180
UF-6'	24/09/2016	08/10/2016	14,93	15,00	50	2150

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 1% a 28 días

RESISTENCIA A FLEXIÓN - DRAMIX 1% A 28 DÍAS						
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	ANCHO PROMEDIO		L (cm)	"P" CARGA (kg)
			B (cm)	H (cm)		
UF-7	19/09/2016	17/10/2016	14,83	14,97	50	2330
UF-8	19/09/2016	17/10/2016	14,87	15,07	50	2420
UF-9	19/09/2016	17/10/2016	14,80	15,20	50	2340
UF-7'	19/09/2016	17/10/2016	14,83	14,97	50	2370
UF-8'	19/09/2016	17/10/2016	14,87	15,07	50	2320
UF-9'	19/09/2016	17/10/2016	14,80	15,20	50	2410

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 2% a 7 días

RESISTENCIA A FLEXIÓN - DRAMIX 2% A 7 DÍAS						
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	ANCHO PROMEDIO		L (cm)	"P" CARGA (kg)
			B (cm)	H (cm)		
DF-1	01/10/2016	08/10/2016	14,70	14,93	50	1920
DF-2	01/10/2016	08/10/2016	15,00	15,30	50	2090
DF-3	01/10/2016	08/10/2016	14,97	15,10	50	2000
DF-1'	01/10/2016	08/10/2016	14,80	15,00	50	2010
DF-2'	01/10/2016	08/10/2016	14,90	15,23	50	2080
DF-3'	01/10/2016	08/10/2016	15,00	15,03	50	2010

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 2% a 14 días

RESISTENCIA A FLEXIÓN - DRAMIX 2% A 14 DÍAS						
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	ANCHO PROMEDIO		L (cm)	"P" CARGA (kg)
			B (cm)	H (cm)		
DF-4	26/09/2016	10/10/2016	14,97	15,10	50	2400
DF-5	26/09/2016	10/10/2016	14,90	15,13	50	2420
DF-6'	26/09/2016	10/10/2016	14,97	15,07	50	2320
DF-4'	26/09/2016	10/10/2016	15,00	15,10	50	2420
DF-5'	26/09/2016	10/10/2016	14,90	15,10	50	2440
DF-6'	26/09/2016	10/10/2016	15,00	15,20	50	2380

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 2% a 28 días

RESISTENCIA A FLEXIÓN - DRAMIX 2% A 28 DÍAS						
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	ANCHO PROMEDIO		L (cm)	"P" CARGA (kg)
			B (cm)	H (cm)		
DF-7	20/09/2016	18/10/2016	15,00	15,17	50	2970
DF-8	20/09/2016	18/10/2016	14,87	15,13	50	2710
DF-9	20/09/2016	18/10/2016	14,83	15,03	50	2740
DF-7'	20/09/2016	18/10/2016	14,90	15,13	50	2900
DF-8'	20/09/2016	18/10/2016	14,93	15,10	50	2810
DF-9'	20/09/2016	18/10/2016	14,87	15,07	50	2770

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 3% a 7 días

RESISTENCIA A FLEXIÓN - DRAMIX 3% A 7 DÍAS						
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	ANCHO PROMEDIO		L (cm)	"P" CARGA (kg)
			B (cm)	H (cm)		
TF-1	03/10/2016	10/10/2016	14,87	15,20	50	2170
TF-2	03/10/2016	10/10/2016	15,00	15,17	50	2150
TF-3	03/10/2016	10/10/2016	14,87	15,00	50	2330
TF-1'	03/10/2016	10/10/2016	15,00	15,10	50	2180
TF-2'	03/10/2016	10/10/2016	15,00	15,00	50	2410
TF-3'	03/10/2016	10/10/2016	14,97	15,10	50	2320

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 3% a 14 días

RESISTENCIA A FLEXIÓN - DRAMIX 3% A 14 DÍAS						
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	ANCHO PROMEDIO		L (cm)	"P" CARGA (kg)
			B (cm)	H (cm)		
TF-4	27/09/2016	11/10/2016	14,80	15,00	50	2450
TF-5	27/09/2016	11/10/2016	15,00	15,00	50	2550
TF-6'	27/09/2016	11/10/2016	14,87	15,07	50	2100
TF-4'	27/09/2016	11/10/2016	14,90	15,20	50	2540
TF-5'	27/09/2016	11/10/2016	15,00	15,10	50	2520
TF-6'	27/09/2016	11/10/2016	14,90	15,00	50	2320

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 3% a 28 días

RESISTENCIA A FLEXIÓN - DRAMIX 3% A 28 DÍAS						
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	ANCHO PROMEDIO		L (cm)	"P" CARGA (kg)
			B (cm)	H (cm)		
TF-7	21/09/2016	19/10/2016	14,67	14,97	50	2810
TF-8	21/09/2016	19/10/2016	14,80	15,20	50	2860
TF-9	21/09/2016	19/10/2016	14,83	15,03	50	2830
TF-7'	21/09/2016	19/10/2016	14,90	15,00	50	2850
TF-8'	21/09/2016	19/10/2016	14,83	15,20	50	2790
TF-9'	21/09/2016	19/10/2016	14,80	15,10	50	2820

Fuente: Elaboración propia

Tabla 70: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 4% a 7 días

RESISTENCIA A FLEXIÓN - DRAMIX 4% A 7 DÍAS						
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	ANCHO PROMEDIO		L (cm)	"P" CARGA (kg)
			B (cm)	H (cm)		
CF-1	04/10/2016	11/10/2016	14,83	15,30	50	2120
CF-2	04/10/2016	11/10/2016	14,87	15,27	50	2000
CF-3	04/10/2016	11/10/2016	14,80	15,13	50	2110
CF-1'	04/10/2016	11/10/2016	15,00	15,20	50	2080
CF-2'	04/10/2016	11/10/2016	14,90	15,23	50	2000
CF-3'	04/10/2016	11/10/2016	14,90	15,07	50	2070

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 4% a 14 días

RESISTENCIA A FLEXIÓN - DRAMIX 4% A 14 DÍAS						
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	ANCHO PROMEDIO		L (cm)	"P" CARGA (kg)
			B (cm)	H (cm)		
CF-4	28/09/2016	12/10/2016	14,70	15,27	50	2450
CF-5	28/09/2016	12/10/2016	14,80	15,20	50	2500
CF-6'	28/09/2016	12/10/2016	14,93	15,07	50	2540
CF-4'	28/09/2016	12/10/2016	14,83	15,20	50	2480
CF-5'	28/09/2016	12/10/2016	14,93	15,20	50	2490
CF-6'	28/09/2016	12/10/2016	14,90	15,13	50	2460

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72: Datos de resistencia a flexión concreto con Dramix al 4% a 28 días

RESISTENCIA A FLEXIÓN - DRAMIX 4% A 28 DÍAS						
N° DE BRIQUETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	ANCHO PROMEDIO		L (cm)	"P" CARGA (kg)
			B (cm)	H (cm)		
CF-7	22/09/2016	20/10/2016	14,93	15,10	50	2820
CF-8	22/09/2016	20/10/2016	14,97	15,07	50	2850
CF-9	22/09/2016	20/10/2016	14,93	15,20	50	2800
CF-7'	22/09/2016	20/10/2016	14,90	15,10	50	2790
CF-8'	22/09/2016	20/10/2016	14,93	15,10	50	2820
CF-9'	22/09/2016	20/10/2016	15,00	15,10	50	2810

Fuente: Elaboración propia

3.6. Procedimientos de análisis de datos

3.6.1. Granulometría de agregado fino (Cunyac 75% y Vicho 25%)

3.6.1.1 Procesamiento de datos para granulometría de agregado fino

Con los datos de pesos retenidos se procede a los cálculos como los porcentajes que pasan, para comprobar si el material se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma ASTM C33:

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso de material retenido en tamiz}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100$$

Se calcula el módulo de fineza; que está definido por la suma de los porcentajes retenidos acumulados en las mallas N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100, dividido entre 100:

$$M. F. = \frac{0.00 + 1.99 + 9.97 + 19.94 + 43.87 + 71.8 + 98.72}{100} = 2.46$$

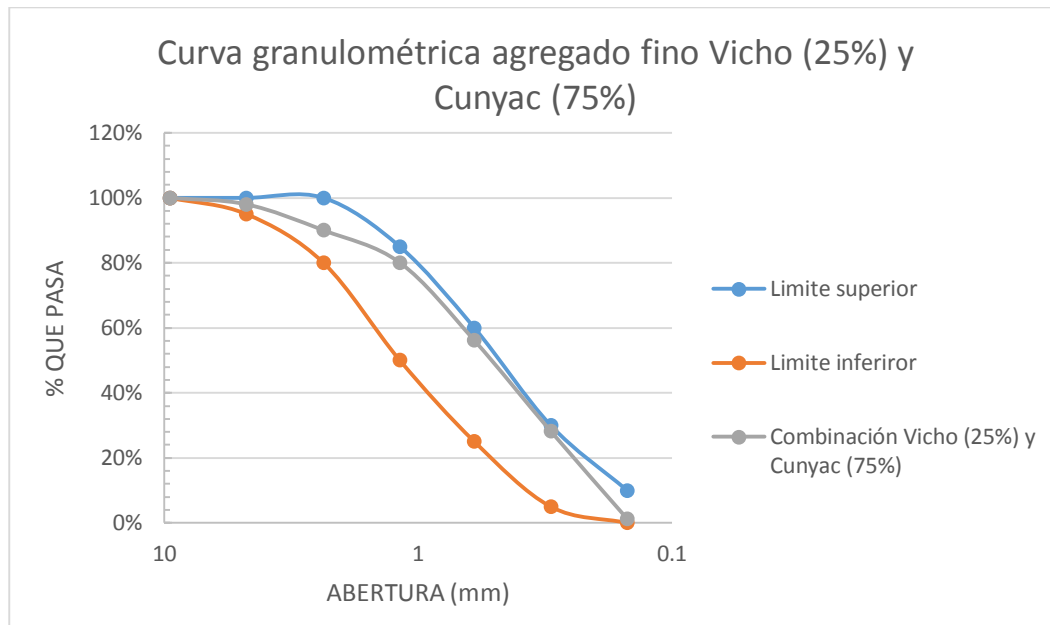
Tabla 73: Análisis granulométrico de agregado fino – Vicho (25%) y Cunyac (75%)

N° MALLA	AGREGADO FINO CUNYAC		AGREGADO FINO VICHO		GRANULOMETRÍA PONDERADA CUNYAC (75%) Y VICHO (25%)				
	PESO RETENIDO (gr)		PESO RETENIDO (gr)		Peso (gr.) Ponderado Cunyac (75%) y Vicho (25%)	Peso (gr.) ponderado acumulado Cunyac (75%) y Vicho (25%)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
	INDIVIDUAL	ACUM.	INDIVIDUAL	ACUM.					
3/8"	0	0	5,1	5,1	0,00	0	0,00	0,00	100,00
N° 4	0,7	0,7	305,2	310,3	23,35	23,35	1,99	1,99	98,01
N° 8	3	3,7	323,9	634,2	93,41	116,76	7,98	9,97	90,03
N° 16	12,1	15,8	215,4	849,6	116,77	233,53	9,97	19,94	80,06
N° 30	89,9	105,7	127	976,6	280,25	513,78	23,93	43,87	56,13
N° 50	285,3	391	90	1066,6	326,96	840,74	27,92	71,80	28,20
N° 100	218,8	609,8	58,9	1125,5	315,28	1156,02	26,92	98,72	1,28
N° 200	82,3	692,1	26,7	1152,2	11,68	1167,7	1,00	99,72	0,28
Fondo	12,3	704,4	3,3	1155,5	3,31	1171,01	0,28	100,00	0,00

Fuente: Elaboración propia

3.6.1.2 Diagrama

Figura 9: Curva granulométrica agregado fino - Vicho (25%) y Cunyac (75%)



Fuente: Elaboración propia

3.6.1.3 Análisis de la prueba de granulometría de agregado fino

- Para el material fino se realizó una combinación de canteras empleando un 75% de la cantera de Rio Cunyac y un 25% de la cantera de Vicho, de esa manera se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma ASTM C33, detallados en la TABLA N° 5.
- De la misma manera del cálculo del módulo de fineza, se pueda decir que tenemos una arena media ya que se encuentra dentro de los límites establecidos de 2.3 y 3.1 para el concreto.

3.6.2. Granulometría del agregado grueso (Vicho)

3.6.2.1 Procesamiento de datos de granulometría de agregado grueso

Con los datos presos retenidos para el material, realizamos cálculos como los porcentajes que pasan para comprobar si el material se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma ASTM C33.

Tabla 74: Análisis granulométrico de agregado grueso cantera de Vicho

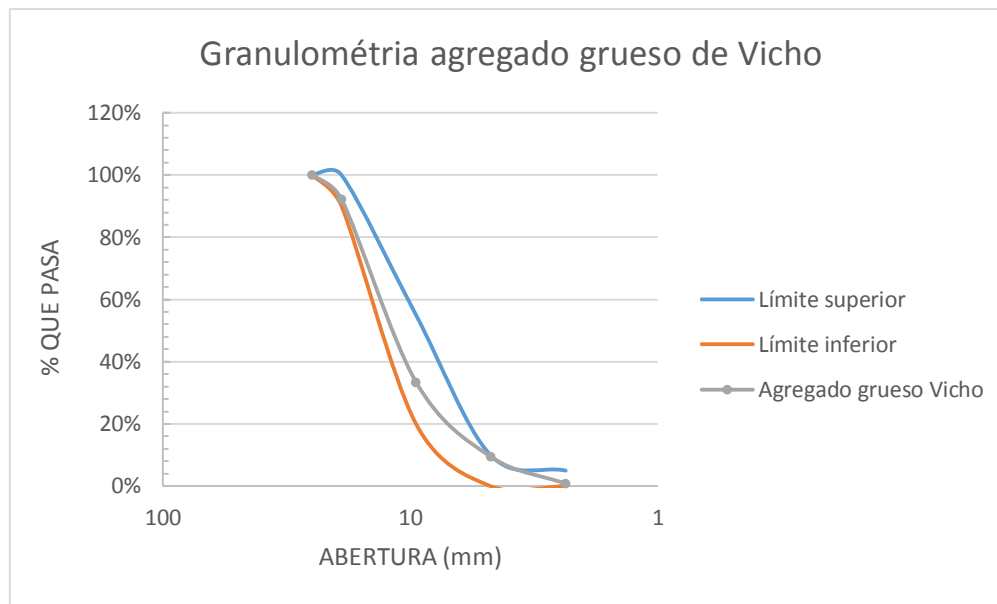
N° Malla	AGREGADO GRUESO (CANTERA VICHO 3/4")				
	Peso Retenido (gr)		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
	Individual	Acumulado			
1"	0	1990,8	0	0	100,00
3/4"	289,1	1701,7	14,52	14,52	85,48
3/8"	1402,8	298,9	70,46	84,99	15,01
N° 4	266,9	32	13,41	98,39	1,61
N° 8	15,7	16,3	0,79	99,18	0,82
Fondo	16,3	0	0,82	100,00	0
TOTAL	1990,8				

Fuente: Elaboración propia

3.6.2.2 Diagrama

Valores obtenidos y los límites dados para visualizar resultados:

Figura 10: Curva granulométrica agregado grueso Vicho



Fuente: Elaboración propia

3.6.2.3 Análisis de la prueba de granulometría de agregado grueso

De la curva granulométrica, se deduce que el material grueso de la cantera de Vicho, se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma ASTM C33, TABLA N° 1, para un tamaño máximo nominal de 3/4", por lo que es posible su empleo.

3.6.3. Peso específico de agregado fino (Cunyac y Vicho)

3.6.3.1 Procesamiento de datos para peso específico agregado fino

- PESO ESPECÍFICO DE LA MASA

$$P.E. = \frac{A}{B + S - C}$$

A: Peso de la muestra seca en el horno (gr).

B: Peso del picnómetro con agua (gr).



C: Peso del picnómetro con la muestra y el agua hasta la marca de calibración (gr).

S: Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr).

- PESO ESPECÍFICO DE LA MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA

$$P.E.S.S.S. = \frac{S}{B + S - C}$$

B: Peso del picnómetro con agua.

C: Peso del picnómetro con la muestra y el agua hasta la marca de calibración.

S: Peso de la muestra saturada con superficie seca.

- PESO ESPECIFICO APARENTE

$$P.E.A. = \frac{A}{B + A - S}$$

A: Peso de la muestra seca en el horno.

B: Peso del picnómetro con agua.

S: Peso de la muestra saturada con superficie seca.

- ABSORCIÓN

$$Abs. = \frac{S - A}{A} \times 100$$

A: Peso de la muestra seca en el horno.

S: Peso de la muestra saturada con superficie seca.

3.6.3.2 Tablas

Tabla 75: Peso específico y absorción – agregado fino

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - AGREGADO FINO	
Peso de la muestra seca en el horno (gr)	487.6
Peso del picnómetro lleno con agua (gr)	640.3
Peso del picnómetro con la muestra y el agua hasta la marca (gr)	948.3
Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	494.7
Peso específico de la masa saturada con superficie seca (gr/cm ³)	2.65
Peso específico aparente (gr/cm ³):	2.61
Peso específico de la masa (gr/cm ³):	2.71
Absorción (%):	1.46%

Fuente: Elaboración propia

3.6.3.3 Análisis de la prueba de peso específico y absorción – agregado fino

Se tiene un valor de peso específico del agregado fino de Rio Cunyac y Confitillo de Vicho de 2.71 gr/cm³, el cual se encuentra dentro del límite establecido por la NTP 400.022, los cuales son entre (2.4 gr/cm³ – 2.8 gr/cm³). (AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. NTP 400.022, 2001)

Así mismo presenta un porcentaje de absorción de 1.46%, ubicado dentro de los límites de (0.2% - 2.0%).

Del valor de 2.71 gr/cm³ para el agregado fino se deduce que el agregado tiene un alto peso específico en relación a la piedra triturada de la cantera Vicho, debido a que la muestra ensayada es de la cantera de Rio Cunyac (75%) que esta combinada con el agregado fino Confitillo de Vicho (25%).

3.6.4. Peso específico de agregado grueso (Vicho)

3.6.4.1 Procesamiento de datos para peso específico de agregado grueso

- PESO ESPECÍFICO DE LA MASA

$$P. E. = \frac{A}{B - C}$$



A: Peso de la muestra seca en el aire.

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire.

C: Peso en el agua de la muestra saturada.

- PESO ESPECÍFICO DE LA MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA

$$P.E.S.S.S. = \frac{B}{B - C}$$

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire.

C: Peso en el agua de la muestra saturada.

- PESO ESPECÍFICO APARENTE

$$P.E.A. = \frac{A}{A - C}$$

A: Peso de la muestra seca en el aire.

C: Peso en el agua de la muestra saturada.

- ABSORCIÓN

$$Abs. = \frac{B - A}{A} \times 100$$

A: Peso de la muestra seca en el aire.

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire.

3.6.4.2 Tablas

Tabla 76: Peso específico y absorción – agregado grueso

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - AGREGADO GRUESO	
Peso de la muestra seca en el aire (gr) (A)	2105
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr) (B)	2123.3
Peso en el agua de la muestra saturada (gr) (C)	1343.1
Peso de la muestra seca al horno (gr) (S)	2092.4
Peso específico de la masa saturada con superficie seca (gr/cm ³)	2.72
Peso específico aparente (gr/cm ³):	2.76
Peso específico de la masa (gr/cm ³):	2.70
Absorción (%):	1.48%

Fuente: Elaboración propia

3.6.4.3 Análisis de la prueba para peso específico y absorción – agregado grueso

Se tiene un valor de peso específico de la masa de 2.70 gr/cm³ para el agregado grueso, el cual se encuentra dentro de los límites (2.4 gr/cm³ – 2.8 gr/cm³).

También se tiene un valor de Absorción de 1.48% indica que estas muestras se encuentran dentro de los límites establecidos por la NTP 400.021, los cuales son (0.2% - 4.0%). (AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la absorción del agregado, 2001)

3.6.5. Peso unitario para agregados

3.6.5.1 Peso unitario de agregado fino (Cunyac y Vicho)

3.6.5.1.1 Procesamiento de datos para pesos unitario suelto y compactado de agregado fino

- PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE AGREGADO FINO

$$P. U. = \frac{\text{Peso del A. F.}}{\text{Vol. del molde}}$$

- PORCENTAJE DE VACIOS

$$\% \text{ Vacíos} = \frac{(P.E. \times Yagua) - P.U.}{P.E. \times Yagua}$$

Tabla 77: Peso unitario suelto - Agregado fino Vicho (25%) y Cunyac (75%)

PESO UNITARIO SUELTO - AGREGADO FINO				
Número de ensayo	1	2	3	
Peso del molde (gr)	7520	7520	7520	
Volumen del molde (cm3)	3529,1	3549,45	3529,1	
Peso del molde más agregado (gr)	13390	13390	13410	
Peso del agregado (gr.)	5870	5870	5890	PROMEDIO
Peso Unitario del agregado (gr/cm3)	1,66	1,65	1,67	1,66
Peso específico de la masa (gr/cm3)	2,71	2,71	2,71	
Densidad del agua (gr/cm3):	0,998	0,998	0,998	PROMEDIO
Porcentaje de vacíos (%):	39%	39%	38%	39%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 78: Peso unitario compactado - Agregado fino Vicho (25%) y Cunyac (75%)

PESO UNITARIO COMPACTADO - AGREGADO FINO				
Número de ensayo	1	2	3	
Peso del molde (gr)	7520	7520	7520	
Volumen del molde (cm3)	3529,1	3549,45	3529,1	
Peso del molde más agregado (gr)	13540	13570	13630	
Peso del agregado (gr.)	6020	6050	6110	PROMEDIO
Peso Unitario del agregado (gr/cm3)	1,71	1,70	1,73	1,71
Peso específico de la masa (gr/cm3)	2,71	2,71	2,71	
Densidad del agua (gr/cm3):	0,998	0,998	0,998	PROMEDIO
Porcentaje de vacíos (%):	37%	37%	36%	37%

Fuente: Elaboración propia

3.6.5.1.2 Análisis de la prueba para peso unitario compactado – agregado fino

Se tiene un valor de peso unitario compactado de 1710 kg/m³, encontrándose dentro de los límites establecidos en NTP 400.017, los cuales están entre (1500 kg/m³ – 1900 kg/m³)

De los datos obtenidos como promedio de tres pruebas tenemos 1660 kg/cm³ para el peso unitario suelto del agregado fino y de 1710 kg/m³ para el peso unitario compactado del agregado fino que expresan el peso ocupado en un

espacio de volumen. (AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. NTP 400.017, 1999)

3.6.5.2 Peso unitario de agregado grueso (Vicho)

3.6.5.2.1 Procesamiento de datos para peso unitario de agregado grueso suelto y compactado

- PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE AGREGADO GRUESO

$$P. U. = \frac{\text{Peso del A. G.}}{\text{Vol. del molde}}$$

- PORCENTAJE DE VACIOS

$$\% \text{ Vacíos} = \frac{(P. E. \times Yagua) - P. U.}{(P. E. \times Yagua)}$$

Tabla 79: Peso unitario suelto – agregado grueso

PESO UNITARIO SUELTO - AGREGADO GRUESO				
Número de ensayo	1	2	3	
Peso del molde (gr)	5435	5435	5435	PROMEDIO
Volumen del molde (cm3)	5301.44	5304.1	5298.85	
Peso del molde más agregado (gr)	13030	13020	13040	
Peso del agregado (gr)	7595	7585	7605	
Peso Unitario del agregado (gr/cm3):	1.43	1.43	1.44	
Peso específico de la masa (gr/cm3):	2.69	2.69	2.69	
Densidad del agua (gr/cm3):	0.998	0.998	0.998	PROMEDIO
Porcentaje de vacíos (%):	46.64%	46.73%	46.54%	46.64%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 80: Peso unitario compactado – agregado grueso

PESO UNITARIO COMPACTADO - AGREGADO GRUESO				
Número de ensayo	1	2	3	
Peso del molde (gr)	5435	5435	5435	PROMEDIO
Volumen del molde (cm3)	5301.44	5304.1	5298.85	
Peso del molde más agregado (gr)	13830	13820	13840	
Peso del agregado (gr)	8395	8385	8405	
Peso Unitario del agregado (gr/cm3):	1.58	1.58	1.59	
Peso específico de la masa (gr/cm3):	2.69	2.69	2.69	
Densidad del agua (gr/cm3):	0.998	0.998	0.998	PROMEDIO
Porcentaje de vacíos (%):	41.01%	41.11%	40.92%	41.01%

Fuente: Elaboración propia

3.6.5.2.2 Análisis de la prueba para peso unitario suelto y compactado de agregado grueso

De los datos obtenidos como promedio de tres pruebas tenemos 1432.62 kg/m³ para el peso unitario suelto y de 1583.53 kg/m³ para un peso unitario compactado el cual se encuentra dentro de lo establecido por la NTP 400.017, los cuales son (1400 kg/m³ – 1900 kg/m³), en éste caso se utilizará el dato de peso unitario suelto compactado del agregado grueso que es necesario para el diseño de mezclas por el método del comité 211 del ACI

3.6.6. Diseño de mezcla para un concreto f'c 210 kg/cm²

3.6.6.1 Especificaciones para el diseño

- La resistencia a la compresión de 210 kg/cm² a los 28 días, no se cuenta con datos de la desviación estándar.
- Se diseñará con un slump de 3”.
- El tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 3/4”.

3.6.6.2 Materiales

- Cemento: Yura tipo IP, peso específico: 2.85 kg/cm³.
- Agua: Potable, provista de la red pública por SEDA CUSCO.
- Agregado fino: Cantera de Cunyac (75%) y Confitillo de Vicho (25%).
- Agregado Grueso: Cantera de Vicho.

Tabla 81: Características del agregado fino Cunyac (75%) y confitillo de Vicho (25%)

AGREGADO FINO	
Peso específico de masa (gr/cm ³):	2.71
Absorción (%):	1.46%
Contenido de Humedad (%):	2.44%
Módulo de finura:	2.46

Fuente: Elaboración propia

Tabla 82: Características del agregado grueso de Vicho

AGREGADO GRUESO	
Tamaño máximo nominal (Pulg.):	3/4"
Peso seco compactado (kg/m ³):	1583.53
Peso específico de masa (gr/cm ³):	2.699
Absorción (%):	1.48%
Contenido de Humedad (%):	0.01%

Fuente: Elaboración propia

3.6.6.3 Determinación de la resistencia promedio

Una vez que la resistencia inicial de diseño especificada es de 210 kg/cm² y tomando en cuenta que no se conoce la desviación estándar de la cantera, utilizaremos la TABLA N°9 para determinar la resistencia para la cual diseñar.

Esta tabla nos indica que para una resistencia de 210 kg/cm² deberíamos incrementar 85 a la resistencia de diseño, por lo que, la resistencia con que se trabajará será de 295 kg/cm²

$$f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2 + 85 = 295 \text{ kg/cm}^2.$$

3.6.6.4 Selección del tamaño máximo nominal del agregado

Como ya se definió, el tamaño máximo nominal que se va a emplear, será de 3/4"

3.6.6.5 Selección del asentamiento

Se diseñará con una consistencia plástica, comprendida entre 3".

3.6.6.6 Volumen unitario de agua

De acuerdo a la TABLA N° 10, se determina que el volumen unitario de agua, o agua de diseño necesario para elaborar una mezcla de concreto con un asentamiento de 3" a 4", en una mezcla con aire incorporado, cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" es de 184 lt/m³.

3.6.6.7 Contenido de aire

Para nuestro tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ ", de la TABLA N° 10 se obtiene que el aire atrapado es de 3.5 %.

3.6.6.8 Relación agua-cemento

Para la resistencia a diseñar de 210 kg/cm², en un concreto con aire incorporado, según la TABLA N° 11 obtenemos una relación agua-cemento de 0.467

3.6.6.9 Factor cemento

El factor cemento se determinó dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación agua-cemento:

$$FC = \frac{VOLUMEN DE AGUA DE MEZCLA}{a/c}$$

Factor Cemento = $184/0.467 = 394.00 \text{ kg/m}^3 = 9.27 \text{ bolsas/m}^3$.

3.6.6.10 Contenido de agregado grueso

Para determinar el contenido de agregado grueso, empleando el método del comité 211 del ACI, se debe entrar a la TABLA N° 13, con un módulo de fineza de 2.46 y un tamaño nominal del agregado grueso de $\frac{3}{4}$ " se obtiene un valor de 0.654 metros cúbicos de agregado grueso seco compactado por unidad de volumen de concreto.

Peso del agregado grueso = $0.654 * 1583.53 = 1035.63 \text{ kg/m}^3$

3.6.6.11 Calculo de volúmenes absolutos

Conocidos los pesos del cemento, agua y agregado grueso, así como el volumen de aire, se procede a calcular la suma de los volúmenes absolutos de estos componentes:

$$\text{Volumen del cemento} = \frac{F'C}{\text{Peso específico del cemento}}$$

Volumen absoluto de:

- Cemento $394.00/(2.85*1000)=0.138 \text{ m}^3$
- Agua $184/1000= 0.184 \text{ m}^3$
- Aire $3.5\% = 0.035 \text{ m}^3$
- Agregado grueso $1035.63/(2.699*1000)= 0.384 \text{ m}^3$
- Suma de volúmenes conocidos = 0.741 m^3

3.6.6.12 Contenido de agregado fino

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

- Volumen absoluto de agregado fino = $1 \text{ m}^3 - 0.741 = 0.259 \text{ m}^3$
- Peso del agregado fino seco $0.287 \text{ m}^3 \times 2.71 \times 1000 = 702.91 \text{ kg/m}^3$

3.6.6.13 Valores de diseño

Las cantidades de materiales a ser empleadas como valores de diseño serán:

- Cemento: 394.00 kg/m^3
- Agua: 184 lt/m^3
- Agregado fino seco: 702.91 kg/m^3
- Agregado grueso seco: 1035.63 kg/m^3

3.6.6.14 Corrección por humedad del agregado

Las proporciones de los materiales que forman la unidad cúbica de concreto deben ser corregidas en función a las condiciones de humedad de los agregados fino y grueso, con el fin de obtener los valores a ser utilizados en obra:



$$\text{Peso corregido} = \text{Cantidad de humedad} \times \text{peso}$$

$$\text{Contribución de agua} = \text{Peso corregido} \times \text{Balance de agua}$$

Peso Húmedo:

- Agregado fino: $702.91 \text{ kg/m}^3 \times 0.0244 = 17.17 \text{ kg/m}^3$
- Agregado grueso: $1035.63 \text{ kg/m}^3 \times 0.0001 = 0.10 \text{ kg/m}^3$

A continuación determinamos la absorción superficial del:

- Agregado fino : $702.91 \text{ kg/m}^3 \times 1.46 \% = 10.23 \text{ kg/m}^3$
- Agregado grueso : $1035.63 \text{ kg/m}^3 \times 1.48 \% = 15.29 \text{ kg/m}^3$

Proporción Real:

- Cemento: 394.00 kg/m^3
- Agua: $184 \text{ lt} - 17.27 + 25.53 = 192.25 \text{ lt/m}^3 - 1.85 \text{ lt/m}^3 = 190.4 \text{ lt/m}^3$
- Agregado fino: $702.91 \text{ kg/m}^3 + 17.17 \text{ kg/m}^3 - 10.24 \text{ kg/m}^3 = 785.78 \text{ kg/m}^3$
- Agregado grueso: $1035.63 \text{ kg/m}^3 + 17.27 \text{ kg/m}^3 - 15.29 \text{ kg/m}^3 = 1020.44 \text{ kg/m}^3$

VALORES DE DISEÑO REAL:

- Cemento: 394.00 kg/m^3
- Agua: 192.25 lt/m^3
- Agregado Fino: 709.84 kg/m^3
- Agregado Grueso: 1020.44 kg/m^3
- Aditivo Plastificante Sika HE-98: 1.85 lt/m^3

3.6.6.15 Proporciones en peso de los materiales por bolsa de cemento

Tabla 83: Proporciones en peso de los materiales por bolsa de cemento

PROPORCION DE LOS MATERIALES POR BOLSA DE CEMENTO		
MATERIAL	SIN PORCENTAJE DE DESPERDICIO	INCLUIDO EL 5% DE DESPERDICIO
CEMENTO	1 bls ó 42,5kg	1,05 bls ó 44,63 kg
AGUA	20.405 lt/bls de cemento	21.426 lt/bls de cemento
AGREGADO FINO	84.492 kg/bls de cemento	88.717 kg/bls de cemento
AGREGADO GRUESO	109.714 kg/bls de cemento	115.200 kg/bls de cemento
ADITIVO PLASTIFICANTE	0.25 lt/bls de cemento	0.263 lt/bls de cemento
FIBRA DE ACERO AL 1%	1.102 kg/bls de cemento	1.157 kg/bls de cemento
FIBRA DE ACERO AL 2%	2.204 kg/bls de cemento	2.314 kg/bls de cemento
FIBRA DE ACERO AL 3%	3.305 kg/bls de cemento	3.471 kg/bls de cemento
FIBRA DE ACERO AL 4%	4.407 kg/bls de cemento	4.627 kg/bls de cemento

Fuente: Elaboración propia

Tabla 84: Proporción de mezcla de concreto según cemento, agregado fino y agregado grueso

	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO
PATRÓN	1	1.99	2.58
DRAMIX 1%	1	1.96	2.58
DRAMIX 2%	1	1.94	2.58
DRAMIX 3%	1	1.91	2.58
DRAMIX 4%	1	1.88	2.58

Fuente: Elaboración propia

3.6.7. Prueba de revenimiento para concreto en estado fresco

3.6.7.1 Procesamiento de datos para revenimiento del concreto patrón y concreto adicionado con fibra de acero DRAMIX 3D

Las medidas para el revenimiento están en base a centímetros y para lo cual se necesita trabajar en pulgadas ya que la tabla para determinar el tipo de consistencia se encuentra en pulgadas.

3.6.7.2 Tablas

Tabla 85: Revenimiento del concreto patrón

REVENIMIENTO DEL CONCRETO PATRÓN PROMEDIO							
CONCRETO PATRÓN	SERIE DE VACEADO	MUESTRA 1 (cm)	MUESTRA 2 (cm)	MUESTRA 3 (cm)	PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (pulg)	PROMEDIO SLUMP (pulg)
	SERIE 1	6,78	7,5	7,34	7,21	2,84	2,87
	SERIE 2	7,62	7,41	7,53	7,52	2,96	
	SERIE 3	7,25	6,94	7,29	7,16	2,82	

Con respecto al diseño de mezcla, se encuentra en el rango de 2" a 3", siendo esta una mezcla ideal para pisos y pavimentos por su estado Tiesa - Plástica.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 86: Revenimiento del concreto adicionado con 1% de Dramix 3d

REVENIMIENTO DRAMIX 3D 1%							
DRAMIX 3D 1%	SERIE DE VACEADO	MUESTRA 1 (cm)	MUESTRA 2 (cm)	MUESTRA 3 (cm)	PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (pulg)	PROMEDIO SLUMP (pulg)
	SERIE 1	7,65	7,7	7,69	7,68	3,02	3,02
	SERIE 2	7,69	7,67	7,7	7,69	3,03	
	SERIE 3	7,69	7,68	7,68	7,68	3,02	

La adición de 1% de fibra de acero Dramix 3D se encuentra entre los límites de 3" y 4" lo que hace que la mezcla sea ideal para trabajar por tener consistencia plástica, fluye de mejor manera

Fuente: Elaboración propia

Tabla 87: Revenimiento del concreto adicionado con 2% de Dramix 3d

REVENIMIENTO DRAMIX 3D 2%							
DRAMIX 3D 2%	SERIE DE VACEADO	MUESTRA 1 (cm)	MUESTRA 2 (cm)	MUESTRA 3 (cm)	PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (pulg)	PROMEDIO SLUMP (pulg)
	SERIE 1	7,89	7,91	7,86	7,89	3,10	3,10
	SERIE 2	7,85	7,86	7,86	7,86	3,09	
	SERIE 3	7,87	7,9	7,89	7,89	3,10	

La adición de 2% de fibra de acero Dramix 3D se encuentra entre los límites de 3" y 4" lo que hace que la mezcla sea ideal para trabajar por tener consistencia plástica, fluye de mejor manera

Fuente: Elaboración propia

Tabla 88: Revenimiento del concreto adicionado con 3% de Dramix 3d

REVENIMIENTO DRAMIX 3D 3%							
DRAMIX 3D 3%	SERIE DE VACEADO	MUESTRA 1 (cm)	MUESTRA 2 (cm)	MUESTRA 3 (cm)	PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (pulg)	PROMEDIO SLUMP (pulg)
	SERIE 1	7,9	7,9	8	7,93	3,12	3,21
	SERIE 2	8,1	7,9	8,11	8,04	3,16	
	SERIE 3	8,5	8,5	8,5	8,50	3,35	

La adición de 3% de fibra de acero DRAMIX 3D, se encuentra entre los límites de 3" y 4" lo que hace que la mezcla sea ideal para trabajar en pavimentos y aún se mantiene dentro del límite plástico y el porcentaje de adición de fibra de acero Wirand no modifica de manera notoria la consistencia de la mezcla.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 89: Revenimiento del concreto adicionado con 4% de Dramix 3d

REVENIMIENTO DRAMIX 3D 4%							
DRAMIX 3D 4%	SERIE DE VACEADO	MUESTRA 1 (cm)	MUESTRA 2 (cm)	MUESTRA 3 (cm)	PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (pulg)	PROMEDIO SLUMP (pulg)
	SERIE 1	8,29	8,15	8,25	8,23	3,24	3,29
	SERIE 2	8,35	8,45	8,41	8,40	3,31	
	SERIE 3	8,45	8,4	8,47	8,44	3,32	

La adición de 4% de fibra de acero DRAMIX 3D, genera un asentamiento de 3.31", encontrándose entre los límites de 3" y 4" y con una tendencia a una mezcla del tipo Plástica, formando pilas suaves.

Fuente: Elaboración propia

3.6.7.3 Análisis del revenimiento del concreto adicionado con fibra de acero DRAMIX 3D

La diferencia encontrada en la consistencia del concreto adicionado con fibra de acero Dramix 3D en 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino, produce una variación de la mezcla a una consistencia Plástica – Fluida.

Vemos que una dosificación de 1% y 2% muestran una tendencia tan marcada a una mezcla plástica y fluida, en cambio para las dosificaciones de 3% y 4% de fibra de acero, la consistencia es menos tendida a Plástica – Fluida.

3.6.8. Resistencia a la compresión y flexión de especímenes de concreto

3.6.8.1 Resistencia a la compresión de muestras de concreto cilíndricas

3.6.8.1.1 Resistencia a la compresión de muestras cilíndricas de concreto patrón

3.6.8.1.1.1 Procesamiento de datos para la resistencia a la compresión del concreto patrón

Tabla 90: Resistencia a la compresión del concreto patrón a 7 días

CONCRETO PATRÓN									
COMPRESION	DIAMETRO		AREA (cm ²)	CARGA (kg)	F'C kg/cm ²	F'C PROM kg/cm ²	PORCENTAJ E (%)	DESVIACIÓ N ESTANDAR	
7 DIAS	PC-1	10,15	10,13	80,60	11930	148,02	144,92	69,01	2,32
		10,10							
		10,14							
	PC-2	10,10	10,12	80,38	11660	145,06			
		10,13							
		10,12							
	PC-3	10,00	10,07	79,59	11210	140,85			
		10,10							
		10,10							
	PC-1'	10,10	10,10	80,12	11650	145,41			
		10,10							
		10,10							
	PC-2'	10,10	10,11	80,33	11690	145,52			
		10,12							
		10,12							
PC-3'	10,00	10,08	79,85	11550	144,64				
	10,10								
	10,15								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 91: Resistencia a la compresión del concreto patrón a 14 días

CONCRETO PATRÓN									
COMPRESION	DIAMETRO		AREA (cm ²)	CARGA (kg)	F'C (kg/cm ²)	F'C PROM (kg/cm ²)	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR	
14 DIAS	PC-4	10,14	10,15	80,97	15440	190,70	182,50	86,91	7,32
		10,16							
		10,16							
	PC-5	10,18	10,12	80,38	13900	172,92			
		10,12							
		10,05							
	PC-6	10,20	10,17	81,23	14720	181,21			
		10,17							
		10,14							
	PC-4'	10,14	10,13	80,60	14910	185,00			
		10,15							
		10,10							
	PC-5'	10,15	10,10	80,12	14060	175,49			
		10,10							
		10,05							
PC-6'	10,20	10,15	80,91	15350	189,71				
	10,10								
	10,15								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 92: Resistencia a la compresión del concreto patrón a 28 días

CONCRETO PATRÓN									
COMPRESION	DIAMETRO		AREA (cm ²)	CARGA (kg)	F'C (kg/cm ²)	F'C PROM (kg/cm ²)	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR	
28 DIAS	PC-7	10,14	10,14	80,75	17250	213,61	215,14	102,45	4,40
		10,15							
		10,13							
	PC-8	10,10	10,14	80,81	17600	217,80			
		10,20							
		10,13							
	PC-9	10,15	10,15	80,97	16760	207,00			
		10,15							
		10,16							
	PC-7'	10,10	10,12	80,38	17580	218,70			
		10,15							
		10,10							
	PC-8'	10,10	10,12	80,38	17520	217,96			
		10,15							
		10,10							
PC-9'	10,15	10,13	80,65	17400	215,75				
	10,15								
	10,10								

Fuente: Elaboración propia

3.6.8.1.1.2 Análisis de la prueba a compresión del concreto patrón

En este caso nuestro concreto patrón curado a 7 días llega a 69.01%, dato que pasa el porcentaje límite (67.86%).

Para un concreto patrón curado a 14 días llega a 86.91%, dato que pasa el porcentaje límite (83.93%).

Para un concreto patrón curado a 28 días llega a 102.45%, dato que pasa el porcentaje límite (100%).

3.6.8.1.2 Resistencia a la compresión de muestras cilíndricas de concreto adicionado con fibras de acero DRAMIX al 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla

3.6.8.1.2.1 Procesamiento de datos para la resistencia a la compresión del concreto adicionado con fibras de acero DRAMIX al 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla

Tabla 93: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 1% de Dramix a 7 días

CONCRETO CON DRAMIX AL 1%									
COMPRESION		DIAMETRO		AREA (cm ²)	CARGA (kg)	F'c (kg/cm ²)	F'c PROM (kg/cm ²)	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR
7 DIAS	UC-1	10,12	10,13	80,60	11340,00	140,70333	166,95	79,50	21,22
		10,17							
		10,10							
	UC-2	10,11	10,123333	80,49	15080,00	187,35465			
		10,13							
		10,13							
	UC-3	10,13	10,126667	80,54	13660,00	169,60079			
		10,13							
		10,12							
	UC-1'	10,15	10,133333	80,65	11400,00	141,35475			
		10,15							
		10,10							
	UC-2'	10,10	10,1	80,12	15000,00	187,22279			
		10,10							
		10,10							
UC-3'	10,13	10,126667	80,54	14130,00	175,43625				
	10,13								
	10,12								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 94: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 1% de Dramix a 14 días

CONCRETO CON DRAMIX AL 1%									
COMPRESION		DIAMETRO		AREA (cm ²)	"G" CARGA (kg)	F'C kg/cm ²	F'C PROM kg/cm ²	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR
14 DIAS	UC-4	10,13	10,13	80,54	15200,00	188,72123	185,11	88,15%	3,04
		10,13							
		10,12							
	UC-5	10,1	10,10	80,12	14790,00	184,60167			
		10,1							
		10,1							
	UC-6	10,1	10,133333	80,65	14680,00	182,02524			
		10,2							
		10,1							
	UC-4'	10,10	10,13	80,65	15240,00	188,96898			
		10,10							
		10,20							
	UC-5'	10,2	10,18	81,45	14980,00	183,92557			
		10,2							
		10,15							
	UC-6'	10,2	10,166667	81,18	14810,00	182,43497			
		10,2							
		10,1							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 95: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 1% de Dramix a 28 días

CONCRETO CON DRAMIX AL 1%									
COMPRESION		DIAMETRO		AREA (cm ²)	CARGA (kg)	F'C kg/cm ²	F'C PROM kg/cm ²	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR
28 DIAS	UC-7	10,12	10,126667	80,54	16710,00	207,4692	207,12	98,63	2,67
		10,12							
		10,14							
	UC-8	10,1	10,113333	80,33	16730,00	208,26558			
		10,12							
		10,12							
	UC-9	10,13	10,123333	80,49	16610,00	206,36344			
		10,12							
		10,12							
	UC-7'	10,12	10,136667	80,70	16340,00	202,47524			
		10,15							
		10,14							
	UC-8'	10,15	10,13	80,60	16970,00	210,55869			
		10,12							
		10,12							
	UC-9'	10,13	10,13	80,60	16730,00	207,58084			
		10,13							
		10,13							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 96: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 2% de Dramix a 7 días

CONCRETO CON DRAMIX AL 2%									
COMPRESION		DIAMETRO		AREA (cm ²)	CARGA (kg)	F'C kg/cm ²	F'C PROM kg/cm ²	PORCENTAJ E (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR
7 DIAS	DC-1	10,01	10,066667	79,59	15370	193,11353	203,04	96,69	6,63
		10							
		10,19							
	DC-2	10,1	10,143333	80,81	16790	207,77798			
		10,1							
		10,23							
	DC-3	10,1	10,133333	80,65	16750	207,69228			
		10,1							
		10,2							
	DC-1'	10	10,033333	79,06	15500	196,04304			
		10							
		10,1							
DC-2'	10,1	10,143333	80,81	16730	207,03547				
	10,1								
	10,23								
DC-3'	10,1	10,133333	80,65	16660	206,57633				
	10,1								
	10,2								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 97: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 2% de Dramix a 14 días

CONCRETO CON DRAMIX AL 2%									
COMPRESION		DIAMETRO		AREA (cm ²)	CARGA (kg)	F'C kg/cm ²	F'C PROM kg/cm ²	PORCENTAJ E (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR
14 DIAS	DC-4	10,12	10,12	80,38	19070	237,23896	232,07	110,51	4,96
		10,11							
		10,12							
	DC-5	10,12	10,12	80,44	19040	236,70974			
		10,12							
		10,12							
	DC-6	10,14	10,13	80,60	18080	224,33123			
		10,12							
		10,13							
	DC-4'	10,12	10,12	80,38	18510	230,27233			
		10,11							
		10,12							
	DC-5'	10,12	10,12	80,44	18850	234,34762			
		10,12							
		10,12							
DC-6'	10,14	10,13	80,60	18500	229,54247				
	10,12								
	10,13								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 98: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 2% de Dramix a 28 días

CONCRETO CON DRAMIX AL 2%									
COMPRESION		DIAMETRO		AREA (cm ²)	CARGA (kg)	F'C kg/cm ²	F'C PROM kg/cm ²	PORCENTAJ E (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR
28 DIAS	DC-7	10,1	10,066667	79,59	19070	239,6015	236,30	112,52	8,68
		10,1							
		10							
	DC-8	10	10	78,54	19060	242,67951			
		10							
		10							
	DC-9	10,1	10,11	80,28	17830	222,10546			
		10,12							
		10,11							
	DC-7'	10,1	10,066667	79,59	19060	239,47585			
		10,1							
		10							
	DC-8'	10	10	78,54	19200	244,46204			
		10							
		10							
DC-9'	10,1	10,11	80,28	18420	229,455				
	10,12								
	10,11								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 99: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 3% de Dramix a 7 días

CONCRETO CON DRAMIX AL 3%									
COMPRESION		DIAMETRO		AREA (cm ²)	CARGA (kg)	F'C kg/cm ²	F'C PROM kg/cm ²	PORCENTAJ E (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR
7 DIAS	TC-1	10,1	10,133333	80,65	16380	203,10445	206,37	98,27	2,90
		10,1							
		10,2							
	TC-2	10,1	10,1	80,12	16810	209,81434			
		10,1							
		10,1							
	TC-3	10,1	10,133333	80,65	16380	203,10445			
		10,1							
		10,2							
	TC-1'	10,1	10,1	80,12	16520	206,1947			
		10,1							
		10,1							
	TC-2'	10,1	10,1	80,12	16770	209,31508			
		10,1							
		10,1							
TC-3'	10,1	10,1	80,12	16560	206,69396				
	10,1								
	10,1								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 100: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 3% de Dramix a 14 días

CONCRETO CON DRAMIX AL 3%									
COMPRESION	DIAMETRO		AREA (cm2)	CARGA (kg)	F'C kg/cm2	F'C PROM kg/cm2	PORCENTAJ E (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR	
14 DIAS	TC-4	10,14	10,13	80,65	15310	189,83695	208,59	99,33	14,79
		10,13							
		10,13							
	TC-5	10,12	10,14	80,70	15410	190,95125			
		10,13							
		10,16							
	TC-6	10	10,133333	80,65	18220	225,91961			
		10,2							
		10,2							
	TC-4'	10,15	10,15	80,91	17330	214,1789			
		10,15							
		10,15							
	TC-5'	10,13	10,14	80,70	17540	217,34491			
		10,13							
		10,15							
TC-6'	10,2	10,2	81,71	17430	213,30805				
	10,2								
	10,2								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 101: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 3% de Dramix a 28 días

CONCRETO CON DRAMIX AL 3%									
COMPRESION	DIAMETRO		AREA (cm2)	CARGA (kg)	F'C kg/cm2	F'C PROM kg/cm2	PORCENTAJ E (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR	
28 DIAS	TC-7	10	10,066667	79,59	18520	232,69112	235,83	112,30	22,60
		10,1							
		10,1							
	TC-8	10,1	10,1	80,12	16420	204,94655			
		10,1							
		10,1							
	TC-9	10,1	10,1	80,12	20970	261,73747			
		10,1							
		10,1							
	TC-7'	10	10,066667	79,59	18420	231,43469			
		10,2							
		10,2							
	TC-8'	10	10,033333	79,06	17540	221,84483			
		10,1							
		10							
TC-9'	10,1	10,066667	79,59	20880	262,34291				
	10,1								
	10								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 102: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 4% de Dramix a 7 días

CONCRETO CON DRAMIX AL 4%									
COMPRESION		DIAMETRO		AREA (cm ²)	CARGA (kg)	F'C (kg/cm ²)	F'C PROM (kg/cm ²)	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR
7 DIAS	CC-1	10,1	10,1	80,12	11440	142,78858	156,10	74,33	8,47
		10,1							
		10,1							
	CC-2	10,1	10,1	80,12	12800	159,76345			
		10,1							
		10,1							
	CC-3	10,1	10,1	80,12	13150	164,13198			
		10,1							
		10,1							
	CC-1'	10,1	10,1	80,12	12560	156,76789			
		10,1							
		10,1							
	CC-2'	10,1	10,1	80,12	11970	149,40379			
		10,1							
		10,1							
CC-3'	10,1	10,1	80,12	13120	163,75754				
	10,1								
	10,1								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 103: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 4% de Dramix a 14 días

CONCRETO CON DRAMIX AL 4%									
COMPRESION		DIAMETRO		AREA (cm ²)	CARGA (kg)	F'C (kg/cm ²)	F'C PROM (kg/cm ²)	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR
14 DIAS	CC-4	10,2	10,17	81,18	16330	201,15889	190,12	90,53	13,99
		10,1							
		10,2							
	CC-5	10,11	10,12	80,44	13420	166,84058			
		10,15							
		10,1							
	CC-6	10,1	10,166667	81,18	16290	200,66615			
		10,2							
		10,2							
	CC-4'	10,2	10,17	81,18	15150	186,62322			
		10,1							
		10,2							
	CC-5'	10,11	10,12	80,44	16260	202,14813			
		10,15							
		10,1							
CC-6'	10,1	10,166667	81,18	14880	183,29726				
	10,2								
	10,2								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 104: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 4% de Dramix a 28 días

CONCRETO CON DRAMIX AL 4%									
COMPRESION	DIAMETRO		AREA (cm2)	CARGA (kg)	F'c (kg/cm2)	F'c PROM (kg/cm2)	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR	
28 DIAS	CC-7	10	10,033333	79,06	15840	200,34334	196,33	93,49	3,23
		10							
		10,1							
	CC-8	10,1	10,033333	79,06	15320	193,76641			
		10							
		10							
	CC-9	10	10,066667	79,59	15610	196,12896			
		10,1							
		10,1							
	CC-7'	10	10,033333	79,06	15800	199,83742			
		10							
		10,1							
	CC-8'	10,1	10,033333	79,06	15200	192,24866			
		10							
		10							
	CC-9'	10	10,066667	79,59	15570	195,62639			
		10,1							
		10,1							

Fuente: Elaboración propia

3.6.8.1.2.2 Análisis de la prueba a compresión del concreto adicionado con fibra de acero Dramix 3d al 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla

De acuerdo a la observación de la resistencia a compresión entre los porcentajes de adición de la fibra de acero Dramix 3D en el concreto se ve un incremento de la resistencia a los 28 días con 2% y 3% de esta fibra, con un valor de resistencia superior a las demás dosificaciones.

Se observa que al adicionar 1% de ésta fibra se obtiene una resistencia de 185.11 y para una dosificación de 4%, se tiene una resistencia de 196.33, esto indica que al 1% la fibra de acero Dramix 3D no añade ningún valor de resistencia a compresión, lo mismo con los porcentajes de 4 a más, debido que altera la resistencia del concreto.

3.6.8.2 Resistencia a la flexión de muestras de concreto prismáticas (viguetas)

3.6.8.2.1 Resistencia a la flexión de muestras prismáticas de concreto patrón

3.6.8.2.1.1 Procesamiento de datos para la resistencia a la flexión del concreto patrón

Tabla 105: Resistencia a la flexión del concreto patrón a 7 días

CONCRETO PATRÓN											
FLEXION		ANCHO		ALTURA		LARGO (Prom)	"P" CARGA kg	MR KG/CM2	MR PROM kg/cm2	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR
7 DIAS	PF-1	14,9	14,933333	15,1	15,133333	50	2070	40,87	40,89	19,47%	0,84
		14,9		15,2							
		15		15,1							
	PF-2	15	14,966667	15	15,066667	50	2060	40,94			
		15		15,1							
		14,9		15,1							
	PF-3	14,8	14,833333	15,2	15,1	50	2040	40,73			
		14,8		15							
		14,9		15,1							
	PF-1'	14,8	14,866667	15,1	15,1	50	2130	42,43			
		14,8		15,1							
		15		15,1							
	PF-2'	15	15	15,1	15,1	50	2050	40,47			
		15		15,1							
		15		15,1							
	PF-3'	14,9	14,933333	15,2	15,166667	50	2030	39,90			
		14,9		15,2							
		15		15,1							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 106: Resistencia a la flexión del concreto patrón a 14 días

CONCRETO PATRÓN											
FLEXION		ANCHO		ALTURA		LARGO (Prom)	"P" CARGA kg	MR KG/CM2	MR PROM kg/cm2	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR
14 DIAS	PF-4	14,4	14,53	15	15,10	50	2180	44,42	43,37	20,65%	0,93
		14,6		15,2							
		14,6		15,1							
	PF-5	14,7	14,83	15,1	15,17	50	2180	43,14			
		14,9		15,3							
		14,9		15,1							
	PF-6	14,8	14,70	15	15,00	50	2160	44,10			
		14,7		15							
		14,6		15							
	PF-4'	14,9	14,90	15,1	15,10	50	2210	43,92			
		14,9		15,1							
		14,9		15,1							
	PF-5'	14,9	14,97	15,1	15,17	50	2170	42,56			
		15		15,2							
		15		15,2							
	PF-6'	15	15,00	15,1	15,13	50	2140	42,06			
		15		15,1							
		15		15,2							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 107: Resistencia a la flexión del concreto patrón a 28 días

CONCRETO PATRÓN											
FLEXION	ANCHO		ALTURA		LARGO (Prom)	"P" CARGA kg	MR KG/CM2	MR PROM kg/cm2	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR	
28 DIAS	PF-7	14,5	14,566667	15	15	50	2370	48,83	46,42	22,11%	1,37
		14,5		15							
		14,7		15							
	PF-8	14,9	14,866667	15	15,1	50	2310	46,01			
		14,8		15,1							
		14,9		15,2							
	PF-9	15	15	15,2	15,2	50	2410	46,96			
		15		15,2							
		15		15,2							
	PF-7'	14,8	14,833333	15	15	50	2240	45,32			
		14,8		15							
		14,9		15							
	PF-8'	15	15	15,133333	15,133333	50	2290	45,01			
		15		15,2							
		15		15,2							
	PF-9'	15	15	15,1	15,1	50	2350	46,40			
		15		15,1							
		15		15,1							

Fuente: Elaboración propia

3.6.8.2.1.2 Análisis de la prueba a flexión del concreto patrón

De acuerdo a la norma ASTM C 293, Se observa que el M.R. para el concreto patrón en especímenes prismáticos (viguetas) se encuentran dentro de los rangos, entre un 10% y 20% de la resistencia a compresión.

3.6.8.2.2 Resistencia a la flexión de muestras prismáticas de concreto adicionado con fibra de acero Dramix 3d al 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino

3.6.8.2.2.1 Procesamiento de datos para la resistencia a la flexión del concreto adicionado con fibra de acero Dramix 3d al 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino

Tabla 108: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 1% de Dramix a 7 días

CONCRETO CON DRAMIX 3D AL 1%											
FLEXION		ANCHO		ALTURA		LARGO (Prom)	"P" CARGA kg	MR KG/CM2	MR PROM kg/cm2	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR
7 DIAS	UF-1	14,9	14,9	15	15,166667	50	1940	38,22	37,68	17,95%	0,69
		14,9		15,3							
		14,9		15,2							
	UF-2	15	14,966667	15,4	15,333333	50	1910	36,65			
		15		15,4							
		14,9		15,2							
	UF-3	15	15	15,2	15,2	50	1950	37,99			
		15		15,2							
		15		15,2							
	UF-1'	14,9	14,9	15	15,166667	50	1920	37,83			
		14,9		15,3							
		14,9		15,2							
	UF-2'	15	14,966667	15,4	15,333333	50	1930	37,04			
		15		15,4							
		14,9		15,2							
	UF-3'	15	15	15,2	15,2	50	1970	38,38			
		15		15,2							
		15		15,2							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 109: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 1% de Dramix a 14 días

CONCRETO CON DRAMIX 3D AL 1%											
FLEXION		ANCHO		ALTURA		LARGO (Prom)	"P" CARGA kg	MR KG/CM2	MR PROM kg/cm2	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR
14 DIAS	UF-4	14,7	14,87	15	15,00	50	2130	43,00	43,66	20,79%	1,28
		14,9		15							
		15		15							
	UF-5	15	14,97	15	15,17	50	2170	42,56			
		15		15,2							
		14,9		15,3							
	UF-6	15	14,93	15	15,00	50	2280	45,82			
		15		15							
		14,8		15							
	UF-4'	14,7	14,87	15	15,00	50	2210	44,61			
		14,9		15							
		15		15							
	UF-5'	15	14,97	15	15,17	50	2180	42,76			
		15		15,2							
		14,9		15,3							
	UF-6'	15	14,93	15	15,00	50	2150	43,21			
		15		15							
		14,8		15							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 110: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 1% de Dramix a 28 días

CONCRETO CON DRAMIX 3D AL 1%											
FLEXION	ANCHO		ALTURA		LARGO (Prom)	"P" CARGA kg	MR KG/CM2	MR PROM kg/cm2	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR	
28 DIAS	UF-7	14,8	14,833333	15	14,966667	50	2330	47,35	47,36	22,55%	0,90
		14,8		15							
		14,9		14,9							
	UF-8	15	14,866667	15	15,066667	50	2420	48,42			
		14,8		15							
		14,8		15,2							
	UF-9	14,8	14,8	15,1	15,2	50	2340	46,21			
		14,8		15,3							
		14,8		15,2							
	UF-7'	14,8	14,833333	15	14,966667	50	2370	48,16			
		14,8		15							
		14,9		14,9							
	UF-8'	15	14,866667	15	15,066667	50	2320	46,42			
		14,8		15							
		14,8		15,2							
	UF-9'	14,8	14,8	15,1	15,2	50	2410	47,59			
		14,8		15,3							
		14,8		15,2							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 111: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 2% de Dramix a 7 días

CONCRETO CON DRAMIX 3D AL 2%											
FLEXION	ANCHO		ALTURA		LARGO (Prom)	"P" CARGA kg	MR KG/CM2	MR PROM kg/cm2	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR	
7 DIAS	DF-1	14,7	14,7	15	14,933333	50	1920	39,55	40,12	19,11%	0,51
		14,7		14,9							
		14,7		14,9							
	DF-2	15	15	15,2	15,3	50	2090	40,19			
		15		15,4							
		15		15,3							
	DF-3	15	14,966667	15,1	15,1	50	2000	39,57			
		14,9		15,1							
		15		15,1							
	DF-1'	14,8	14,8	15	15	50	2010	40,76			
		14,8		15							
		14,8		15							
	DF-2'	14,9	14,9	15,2	15,233333	50	2080	40,62			
		14,9		15,2							
		14,9		15,3							
	DF-3'	15	15	15	15,033333	50	2010	40,04			
		15		15							
		15		15,1							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 112: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 2% de Dramix a 14 días

CONCRETO CON DRAMIX 3D AL 2%											
FLEXION		ANCHO		ALTURA		LARGO (Prom)	"P" CARGA kg	MR KG/CM2	MR PROM kg/cm2	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR
14 DIAS	DF-4	15	14,97	15	15,10	50	2400	47,49	47,35	22,55%	0,93
		14,9		15,1							
		15		15,2							
	DF-5	14,9	14,90	15,2	15,13	50	2420	47,89			
		14,9		15,1							
		14,9		15,1							
	DF-6	15	14,97	15,2	15,07	50	2320	46,11			
		15		15							
		14,9		15							
	DF-4'	15	15,00	15,1	15,10	50	2420	47,78			
		15		15,1							
		15		15,1							
	DF-5'	14,9	14,90	15,1	15,10	50	2440	48,50			
		14,9		15,1							
		14,9		15,1							
	DF-6'	15	15,00	15,2	15,20	50	2380	46,37			
		15		15,2							
		15		15,2							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 113: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 2% de Dramix a 28 días

CONCRETO CON DRAMIX 3D AL 2%											
FLEXION		ANCHO		ALTURA		LARGO (Prom)	"P" CARGA kg	MR KG/CM2	MR PROM kg/cm2	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR
28 DIAS	DF-7	15	15	15,1	15,166667	50	2970	58,12	55,93	26,63%	1,58
		15		15,2							
		15		15,2							
	DF-8	14,9	14,866667	15	15,133333	50	2710	53,75			
		14,9		15,2							
		14,8		15,2							
	DF-9	14,8	14,833333	15,1	15,033333	50	2740	55,19			
		14,9		15							
		14,8		15							
	DF-7'	14,9	14,9	15,1	15,133333	50	2900	57,38			
		14,9		15,1							
		14,9		15,2							
	DF-8'	15	14,933333	15	15,1	50	2810	55,72			
		15		15,1							
		14,8		15,2							
	DF-9'	14,8	14,866667	15,1	15,066667	50	2770	55,42			
		15		15							
		14,8		15,1							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 114: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 3% de Dramix a 7 días

CONCRETO CON DRAMIX 3D AL 3%											
FLEXION	ANCHO		ALTURA		LARGO (Prom)	"P" CARGA kg	MR KG/CM2	MR PROM kg/cm2	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR	
7 DIAS	TF-1	14,9	14,866667	15,1	15,2	50	2170	42,66	43,92	20,91%	2,03
		14,9		15,2							
		14,8		15,3							
	TF-2	15	15	15	15,166667	50	2150	42,07			
		15		15,2							
		15		15,3							
	TF-3	14,8	14,866667	15	15	50	2330	47,03			
		14,9		15							
		14,9		15							
	TF-1'	15	15	15,1	15,1	50	2180	43,04			
		15		15,1							
		15		15,1							
		15		15,1							
	TF-2'	15	15	15	15	50	2140	42,81			
		15		15							
		15		15							
	TF-3'	15	14,966667	15,1	15,1	50	2320	45,91			
		15		15,1							
		14,9		15,1							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 115: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 3% de Dramix a 14 días

CONCRETO CON DRAMIX 3D AL 3%											
FLEXION	ANCHO		ALTURA		LARGO (Prom)	"P" CARGA kg	MR KG/CM2	MR PROM kg/cm2	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR	
14 DIAS	TF-4	14,7	14,80	15	15,00	50	2450	49,68	48,17	22,94%	3,33
		14,9		15							
		14,8		15							
	TF-5	15	15,00	15	15,00	50	2550	51,02			
		15		15							
		15		15							
	TF-6	14,9	14,87	15	15,07	50	2100	42,02			
		14,8		15,2							
		14,9		15							
	TF-4'	14,9	14,90	15,2	15,20	50	2540	49,82			
		14,9		15,2							
		14,9		15,2							
	TF-5'	15	15,00	15,1	15,10	50	2520	49,75			
		15		15,1							
		15		15,1							
	TF-6'	14,9	14,90	15	15,00	50	2320	46,73			
		14,9		15							
		14,9		15							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 116: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 3% de Dramix a 28 días

CONCRETO CON DRAMIX 3D AL 3%											
FLEXION	ANCHO		ALTURA		LARGO (Prom)	"P" CARGA kg	MR KG/CM2	MR PROM kg/cm2	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR	
28 DIAS	TF-7	14,8	14,666667	14,9	14,966667	50	2810	57,75	56,67	26,99%	0,98
		14,6		15							
		14,6		15							
	TF-8	14,8	14,8	15,1	15,2	50	2860	56,48			
		14,8		15,3							
		14,8		15,2							
	TF-9	14,8	14,833333	15	15,033333	50	2830	57,00			
		14,9		15,1							
		14,9		15							
	TF-7'	14,9	14,9	15	15	50	2850	57,40			
		14,9		15							
		14,9		15							
	TF-8'	14,9	14,833333	15,2	15,2	50	2790	54,97			
		14,8		15,2							
		14,8		15,2							
	TF-9'	14,8	14,8	15,1	15,1	50	2820	56,43			
		14,8		15,1							
		14,8		15,1							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 117: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 4% de Dramix a 7 días

CONCRETO CON DRAMIX 3D AL 4%											
FLEXION	ANCHO		ALTURA		LARGO (Prom)	"P" CARGA kg	MR KG/CM2	MR PROM kg/cm2	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR	
7 DIAS	CF-1	14,9	14,833333	15,3	15,3	50	2120	40,43	39,74	18,92%	1,24
		14,8		15,4							
		14,8		15,2							
	CF-2	14,8	14,866667	15,2	15,266667	50	2000	38,22			
		14,9		15,3							
		14,9		15,3							
	CF-3	14,9	14,8	15	15,133333	50	2110	41,22			
		14,8		15,2							
		14,7		15,2							
	CF-1	15	15	15,2	15,2	50	2080	39,74			
		15		15,2							
		15		15,2							
	CF-2	14,9	14,9	15,2	15,233333	50	2000	38,30			
		14,9		15,2							
		14,9		15,3							
	CF-3	14,9	14,9	15	15,066667	50	2070	40,52			
		14,9		15							
		14,9		15,2							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 118: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 4% de Dramix a 14 días

CONCRETO CON DRAMIX 3D AL 4%											
FLEXION	ANCHO		ALTURA		LARGO (Prom)	"P" CARGA kg	MR KG/CM2	MR PROM kg/cm2	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR	
14 DIAS	CF-4	14,7	14,70	15,2	15,27	50	2450	47,35	48,14	22,92%	0,80
		14,7		15,4							
		14,7		15,2							
	CF-5	14,8	14,80	15,2	15,20	50	2500	48,41			
		14,8		15,2							
		14,8		15,2							
	CF-6	15	14,93	15	15,07	50	2540	49,62			
		14,8		15							
		15		15,2							
	CF-4	14,8	14,83	15,2	15,20	50	2480	47,92			
		14,9		15,2							
		14,8		15,2							
	CF-5	15	14,93	15,2	15,20	50	2490	47,79			
		14,8		15,2							
		15		15,2							
	CF-6	14,9	14,90	15,1	15,13	50	2460	47,74			
		14,8		15,1							
		15		15,2							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 119: Resistencia a la compresión del concreto reemplazado con 4% de Dramix a 28 días

CONCRETO CON DRAMIX 3D AL 4%											
FLEXION	ANCHO		ALTURA		LARGO (Prom)	"P" CARGA kg	MR KG/CM2	MR PROM kg/cm2	PORCENTAJE (%)	DESVIACIÓN ESTANDAR	
28 DIAS	CF-7	15	14,933333	15	15,1	50	2820	54,84	54,63	26,01%	0,61
		14,9		15,1							
		14,9		15,2							
	CF-8	15	14,966667	15	15,066667	50	2850	55,55			
		15		15,1							
		14,9		15,1							
	CF-9	14,9	14,933333	15,2	15,2	50	2800	53,74			
		14,9		15,2							
		15		15,2							
	CF-7	14,9	14,9	15,1	15,1	50	2790	54,38			
		14,9		15,1							
		14,9		15,1							
	CF-8	15	14,933333	15	15,1	50	2820	54,84			
		14,9		15,1							
		14,9		15,2							
	CF-9	15	15	15,1	15,1	50	2810	54,40			
		15		15,1							
		15		15,1							

Fuente: Elaboración propia



3.6.8.2.2.2 Análisis de la prueba a flexión del concreto adicionado con fibra de acero Dramix 3d a 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla.

De acuerdo a la observación y comparación del módulo de rotura entre los porcentajes de 1, 2, 3 y 4% de adición de fibra de acero Dramix 3D en el concreto para la prueba de flexión, se observa incremento en el módulo de rotura a los 28 días a una dosificación de 3% con un valor de M.R. = 56.67 kg/cm² y con dosificación de 2% un valor de M.R. = 55.93 kg/cm², indicando que a mayores y menores dosificaciones no presenta notable incremento del módulo de rotura.

Para el módulo de rotura del concreto curado a 7 días, para las dosificaciones de 3% se tiene un valor de M.R. = 43.92 kg/cm² y para una dosificación de 2% se tiene M.R. = 40.12 kg/cm², esto indica que a dosificaciones mayores no hay incremento del módulo de rotura.

Para el módulo de rotura del concreto curado a 14 días, para las dosificaciones de 3% se tiene un valor de M.R. = 48.17 kg/cm² y para una dosificación de 4% de fibra de se tiene M.R. = 48.14 kg/cm², esto indica que a dosificaciones mayores no hay gran incremento del módulo de rotura.

3.6.9. Relación de costos de materiales por una bolsa de cemento de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 120: Relación de costos de materiales de un concreto sin adición de fibras de acero

COSTOS DE MATERIALES EN RELACION DE UNA BOLSA DE CEMENTO (INCLUIDO PORCENTAJE DE DESPERDICIO)				
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	UND.	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
Agua	Lt	21.514	0.003	0.06
Arena fina de Cunyac	m3	0.017	60	1.00
Confitillo de Vicho	m3	0.006	35	0.19
Piedra Chancada 3/4" de Vicho	m3	0.043	35	1.50
Cemento Portland tipo IP	bls	1.050	22.5	23.63
Aditivo Plastificante Sika HE-98	Lt	0.263	9	2.37
COSTO TOTAL:				28.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 121: Relación de costos de materiales con adición de fibras de acero Dramix 3D al 1%

COSTO DE MATERIALES EN RELACION DE UNA BOLSA DE CEMENTO CON ADICION DEL 1% DE FIBRA DE ACERO DRAMIX 3D (INCLUIDO PORCENTAJE DE DESPERDICIO)				
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	UND.	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
Agua	Lt	21.514	0.003	0.06
Arena fina de Cunyac	m3	0.016	60	0.99
Confitillo de Vicho	m3	0.005	35	0.19
Piedra Chancada 3/4" de Vicho	m3	0.043	35	1.50
Cemento Portland tipo IP	bls	1.050	22.5	23.63
Aditivo Plastificante Sika HE-98	Lt	0.263	9	2.37
Fibras de acero Dramix 3D	kg	1.157	7.5	8.68
COSTO TOTAL:				37.4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 122: Relación de costos de materiales con adición de fibras de acero
Dramix 3D al 2%

COSTO DE MATERIALES EN RELACION DE UNA BOLSA DE CEMENTO CON ADICION DEL 2% DE FIBRA DE ACERO DRAMIX 3D (INCLUIDO PORCENTAJE DE DESPERDICIO)				
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	UND.	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
Agua	Lt	21.514	0.003	0.06
Arena fina de Cunyac	m3	0.016	60	0.98
Confitillo de Vicho	m3	0.005	35	0.19
Piedra Chancada 3/4" de Vicho	m3	0.054	35	1.87
Cemento Portland tipo IP	bls	1.050	22.5	23.63
Aditivo Plastificante Sika HE-98	Lt	0.263	9	2.37
Fibras de acero Dramix 3D	kg	2.314	7.5	17.35
COSTO TOTAL:				46.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 123: Relación de costos de materiales con adición de fibras de acero
Dramix 3D al 3%

COSTO DE MATERIALES EN RELACION DE UNA BOLSA DE CEMENTO CON ADICION DEL 3% DE FIBRA DE ACERO DRAMIX 3D (INCLUIDO PORCENTAJE DE DESPERDICIO)				
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	UND.	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
Agua	Lt	21.514	0.003	0.06
Arena fina de Cunyac	m3	0.016	60	0.97
Confitillo de Vicho	m3	0.005	35	0.19
Piedra Chancada 3/4" de Vicho	m3	0.054	35	1.87
Cemento Portland tipo IP	bls	1.050	22.5	23.63
Aditivo Plastificante Sika HE-98	Lt	0.263	9	2.37
Fibras de acero Dramix 3D	kg	3.471	7.5	26.03
COSTO TOTAL:				55.1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 124: Relación de costos de materiales con adición de fibras de acero
Dramix 3D al 4%

COSTO DE MATERIALES EN RELACION DE UNA BOLSA DE CEMENTO CON ADICION DEL 4% DE FIBRA DE ACERO DRAMIX 3D (INCLUIDO PORCENTAJE DE DESPERDICIO)				
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	UND.	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
Agua	Lt	21.514	0.003	0.06
Arena fina de Cunyac	m3	0.016	60	0.96
Confitillo de Vicho	m3	0.005	35	0.19
Piedra Chancada 3/4" de Vicho	m3	0.054	35	1.87
Cemento Portland tipo IP	bls	1.050	22.5	23.63
Aditivo Plastificante Sika HE-98	Lt	0.263	9	2.37
Fibras de acero Dramix 3D	kg	4.627	7.5	34.71
COSTO TOTAL:				63.8

Fuente: Elaboración propia

Se determinó el costo que implica cada fibra de acero Dramix 3D en un concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a porcentajes de 1, 2, 3 y 4%, del mismo indicando las cantidades para los materiales que intervienen en éstos costos los cuales están dados en función de una bolsa de cemento.

CAPÍTULO IV - RESULTADOS

4.1. Resultados de las propiedades de los agregados finos de la cantera Vicho y cantera Cunyac

Tabla 125: Propiedades de agregado fino de la cantera de Vicho (25%) y Cunyac (75%)

AGREGADO FINO	
Peso específico de masa (gr/cm ³)	2.71
Absorción (%)	1.46
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1662.02
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1713.87
Porcentaje de vacíos (%)	38
Contenido de Humedad (%)	2.44%
Módulo de fineza	2.46

Fuente: Elaboración propia

La presente combinación mecánica del agregado fino, de acuerdo a su densidad es un agregado normal, dado que se encuentra entre los parámetros de 2.5 y 2.75.

4.2. Resultados de las propiedades de los agregados gruesos de la cantera vicho

Tabla 126: Propiedades de agregado grueso de la cantera de Vicho

AGREGADO GRUESO	
Tamaño máximo nominal	3/4"
Absorción %	1.48
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1432.62
Peso seco compactado (kg/m ³)	1583.52
Peso específico de masa (gr/m ³)	2.69
Contenido de Humedad (%)	0.01%

Fuente: Elaboración propia

El agregado grueso utilizado en la investigación, de acuerdo a su densidad es un agregado normal, dado que se encuentra entre los parámetros de 2.5 y 2.75.

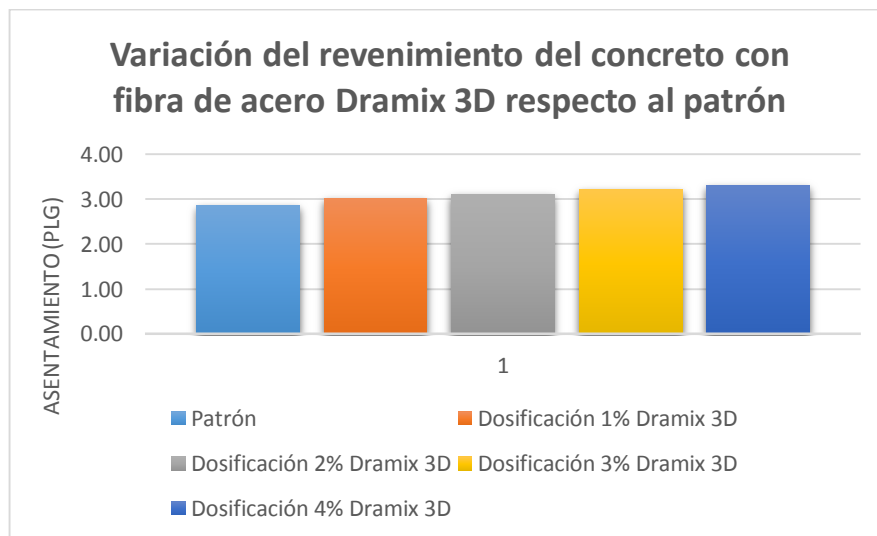
4.3. Comparación del revenimiento del concreto patrón y del concreto con fibra de acero Dramix 3d

Tabla 127: Comparación del revenimiento del concreto patrón y del concreto con fibras de acero Dramix 3D al 1, 2, 3 y 4%

COMPARACIÓN DEL REVENIMIENTO DEL CONCRETO PATRÓN Y DEL CONCRETO ADICIONADO CON FIBRAS DE ACERO DRAMIX 3D EN DOSIFICACIONES DE 1, 2, 3 Y 4% RESPECTO AL VOLUMEN DEL AGREGADO FINO DE LA MEZCLA						
DOSIFICACIÓN DE FIBRA DE ACERO DRAMIX 3D EN EL CONCRETO	PROMEDIO SLUMP FIBRA DRAMIX 3D (pulg.)	% DE VARIACION	CONSISTENCIA	CONCRET O PATRON	PROMEDIO SLUMP (pulg.)	CONSISTENCIA
DOSIFICACIÓN 1% DE FIBRA DE ACERO	3,02	5,23%	Plástica	SIN ADICION DE FIBRA	2,87	Plástica
DOSIFICACIÓN 2% DE FIBRA DE ACERO	3,1	8,01%	Plástica (tendencia leve a Mezcla fluida)	SIN ADICION DE FIBRA		
DOSIFICACIÓN 3% DE FIBRA DE ACERO	3,21	11,85%	Plástica (tendencia leve a Mezcla fluida)	SIN ADICION DE FIBRA		
DOSIFICACIÓN 4% DE FIBRA DE ACERO	3,29	14,63%	Plástica (tendencia leve a Mezcla fluida)	SIN ADICION DE FIBRA		

Fuente: Elaboración propia

Figura 11: Variación del revenimiento del concreto con fibra de acero Dramix 3D respecto al patrón (pulg.)



Fuente: Elaboración propia

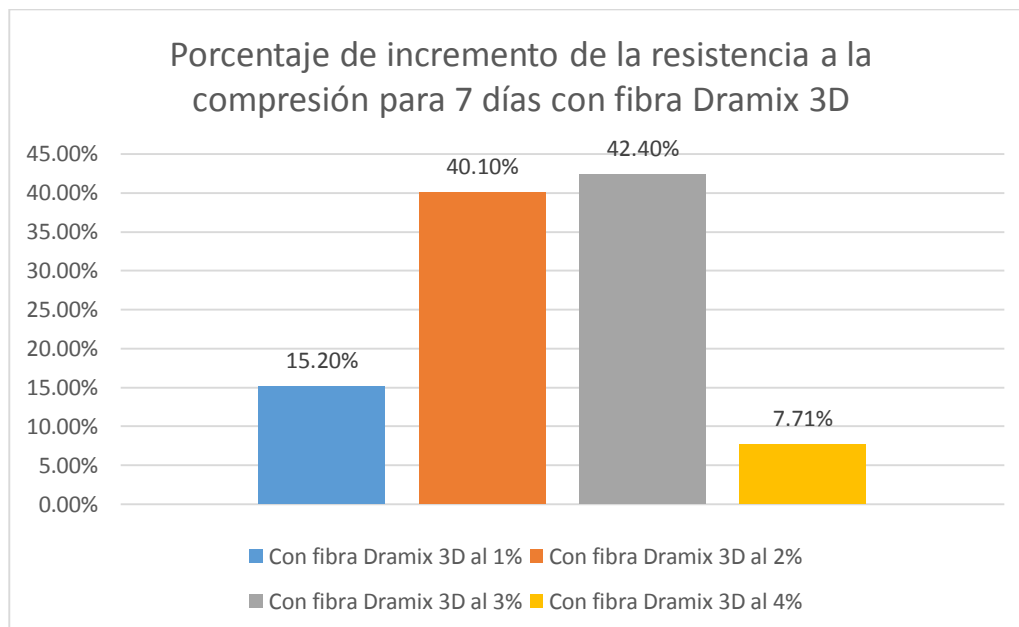
4.4. Resultados de la evolución de la resistencia a la compresión del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3d a los 7 días de curado

Tabla 128: Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3D a los 7 días de curado

PORCENTAJE DE ADICIÓN FIBRA DE ACERO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN PROMEDIO A 7 DÍAS (kg/cm ²)	PORCENTAJE DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA A 7 DÍAS
Adición de fibra 1%	166,95	15,20%
Adición de fibra 2%	203,04	40,10%
Adición de fibra 3%	206,37	42,40%
Adición de fibra 4%	156,10	7,71%
Concreto Patrón (0%)	144,92	0

Fuente: Elaboración propia

Figura 12: Porcentaje de la evolución de la resistencia a compresión del concreto con fibra de acero Dramix 3D a 7 días



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se observa que el mayor incremento en la resistencia a la compresión a los 7 días de curado, se da con la adición de 3% de fibra de acero, teniendo un valor de 206.37 kg/cm² que representa un incremento en 42.40% respecto a la resistencia dada por el concreto patrón a la misma edad.

Se tiene también un incremento considerable en los porcentajes de 1, 2 y 4% a la edad de 7 días de curado.

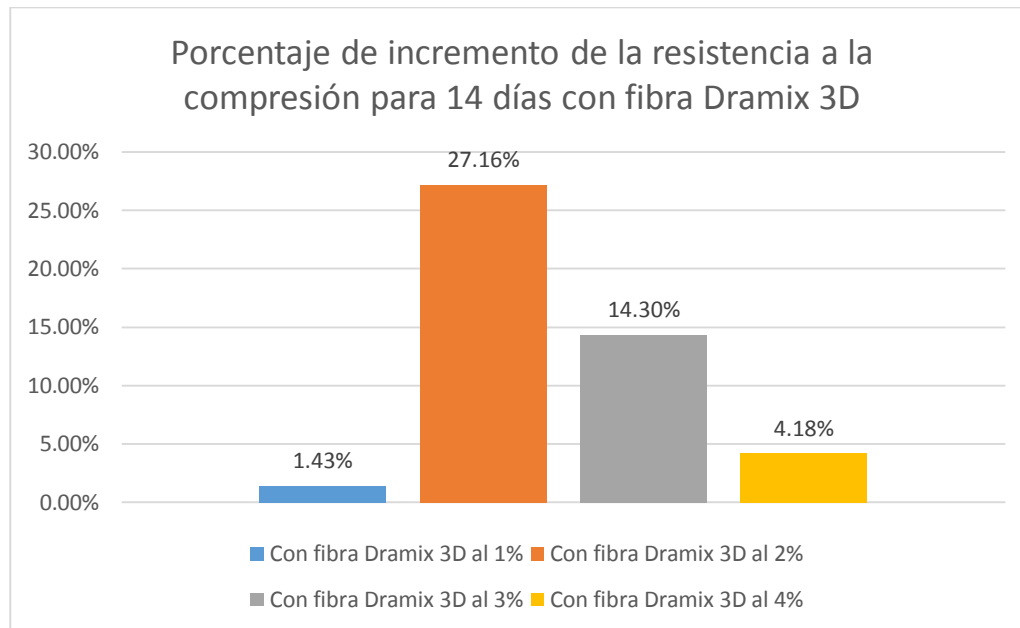
4.5. Resultados de la evolución de la resistencia a la compresión del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3d a los 14 días de curado

Tabla 129: Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3D a los 14 días de curado

PORCENTAJE DE ADICIÓN FIBRA DE ACERO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN PROMEDIO A 14 DÍAS (kg/cm ²)	PORCENTAJE DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA A 14 DÍAS
Adición de fibra 1%	185,11	1,43%
Adición de fibra 2%	232,07	27,16%
Adición de fibra 3%	208,59	14,30%
Adición de fibra 4%	190,12	4,18%
Concreto Patrón (0%)	182,5	0

Fuente: Elaboración propia

Figura 13: Porcentaje de la evolución de la resistencia a compresión del concreto con fibra de acero Dramix 3D a 14 días



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se observa que el mayor incremento en la resistencia a la compresión a los 14 días de curado, se da con la adición de 2% de fibra de acero, teniendo un valor de 232.07 kg/cm² que representa un incremento en 27.16% respecto a la resistencia dada por el concreto patrón a la misma edad.

Se tiene también un incremento considerable en el porcentaje de 3%.

El incremento se reduce para los porcentajes de 1% y 4% a la edad de 14 días de curado.

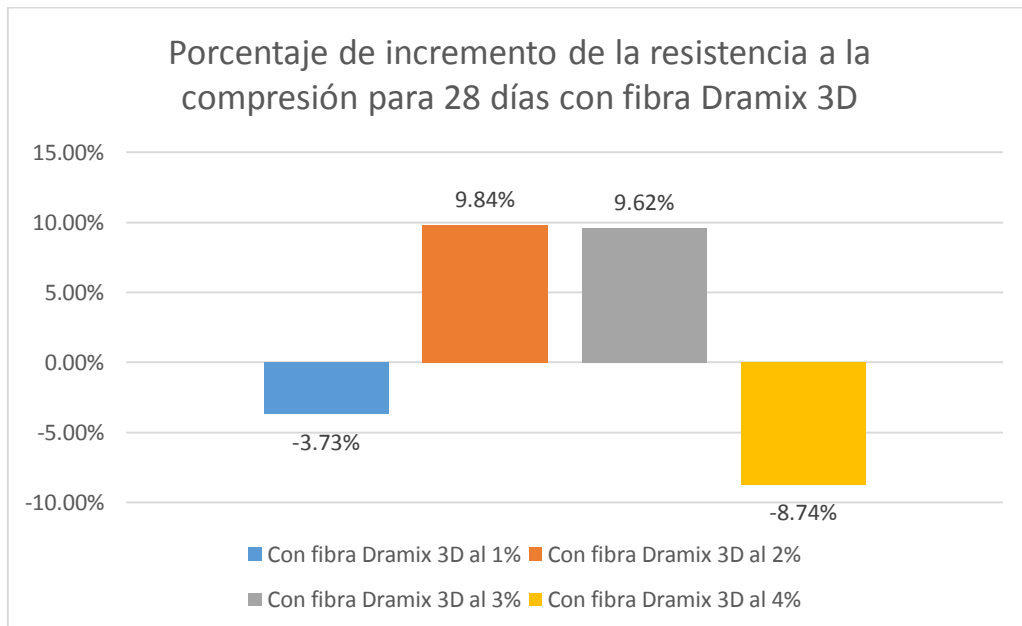
4.6. Resultados de la evolución de la resistencia a la compresión del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3d a los 28 días de curado

Tabla 130: Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3D a los 28 días de curado

PORCENTAJE DE ADICIÓN FIBRA DE ACERO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN PROMEDIO A 28 DÍAS (kg/cm ²)	PORCENTAJE DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA A 28 DÍAS
Adición de fibra 1%	207,12	-3,73%
Adición de fibra 2%	236,3	9,84%
Adición de fibra 3%	235,83	9,62%
Adición de fibra 4%	196,33	-8,74%
Concreto Patrón (0%)	215,14	0

Fuente: Elaboración propia

Figura 14: Porcentaje de la evolución de la resistencia a compresión del concreto con fibra de acero Dramix 3D a 28 días



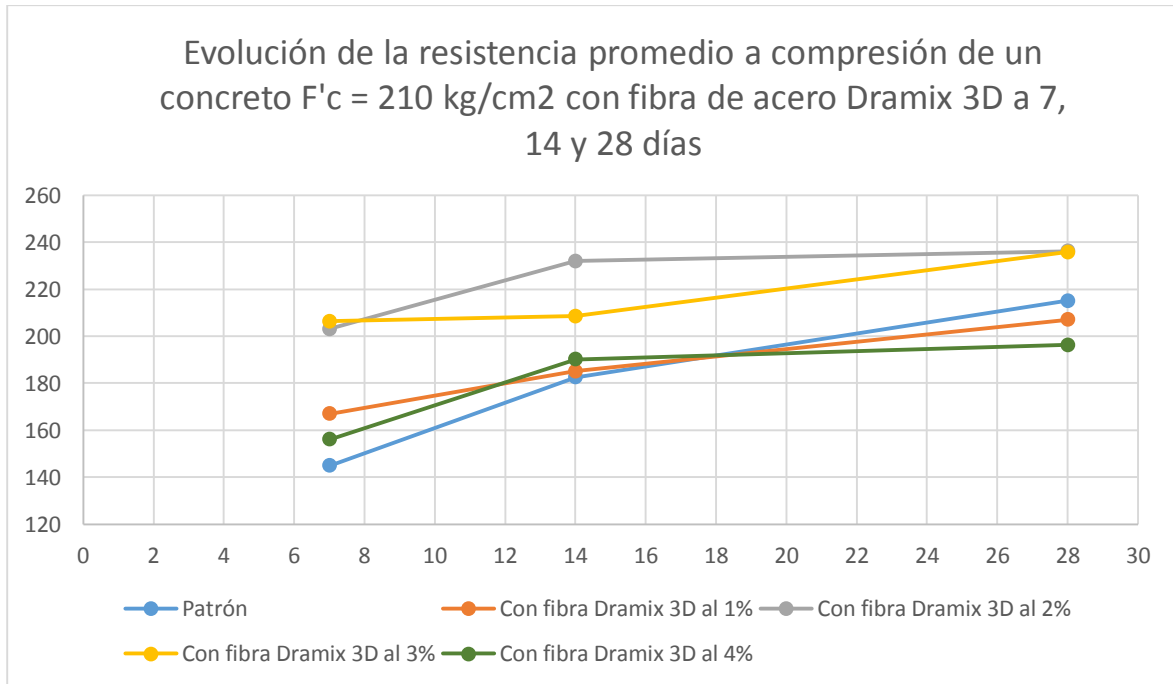
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se observa que el mayor incremento en la resistencia a la compresión a los 28 días de curado, se da con la adición de 2% de fibra de acero, teniendo un valor de 236.3 kg/cm² que representa un incremento en 9.84% respecto a la resistencia dada por el concreto patrón a la misma edad.

Se tiene también un incremento parecido en el porcentaje de 3%.

No se registra una buena respuesta en los porcentajes de 1% y 4%, debido a que no llegan a la resistencia de diseño a los 28 días de curado.

Figura 15: Evolución de la resistencia a compresión (kg/cm²) del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3D a 7, 14 y 28 días de curado



Fuente: Elaboración propia

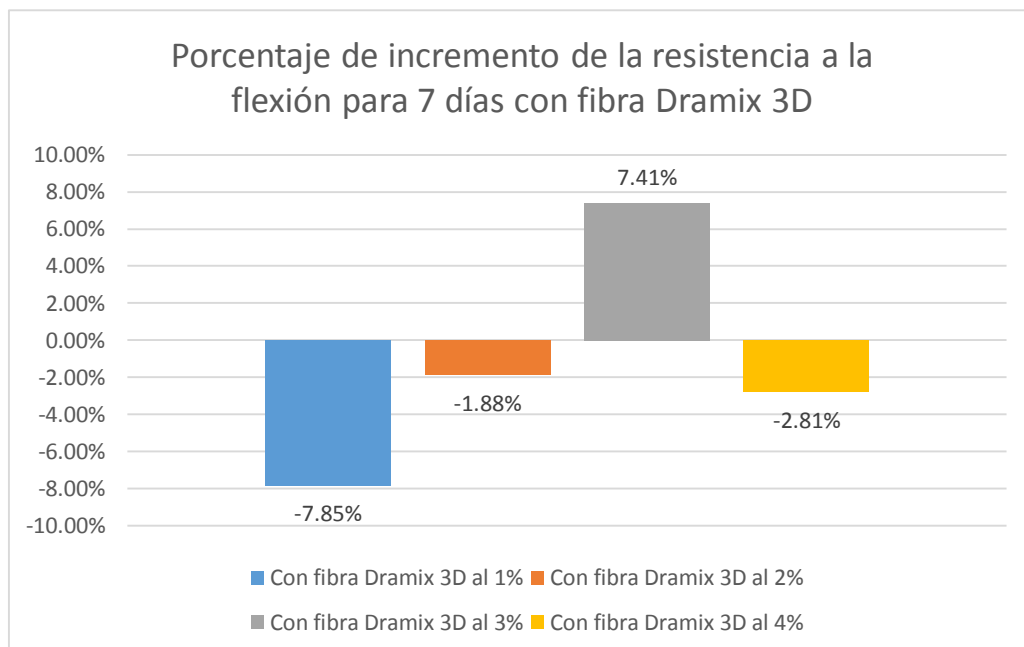
4.7. Resultados de la evolución de la resistencia a flexión del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3d a los 7 días de curado.

Tabla 131: Comparación de la evolución de la resistencia a la flexión del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3D a los 7 días de curado

PORCENTAJE DE ADICIÓN FIBRA DE ACERO	RESISTENCIA A FLEXIÓN PROMEDIO A 7 DÍAS (kg/cm ²)	PORCENTAJE DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA A 7 DÍAS
Adición de fibra 1%	37,68	-7,85%
Adición de fibra 2%	40,12	-1,88%
Adición de fibra 3%	43,92	7,41%
Adición de fibra 4%	39,74	-2,81%
Concreto Patrón (0%)	40,89	0

Fuente: Elaboración propia

Figura 16: Porcentaje de la evolución de la resistencia a flexión del concreto con fibra de acero Dramix 3D a 7 días



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se observa que el mayor incremento en la resistencia a la flexión a los 28 días de curado, se da con la adición de 3% de fibra de acero, teniendo

un valor de 43.92 kg/cm² que representa un incremento en 7.41% respecto a la resistencia dada por el concreto patrón a la misma edad.

No se registra una buena respuesta en los porcentajes de 1%, 2% y 4%, debido a que no llegan a la resistencia de diseño a los 7 días de curado.

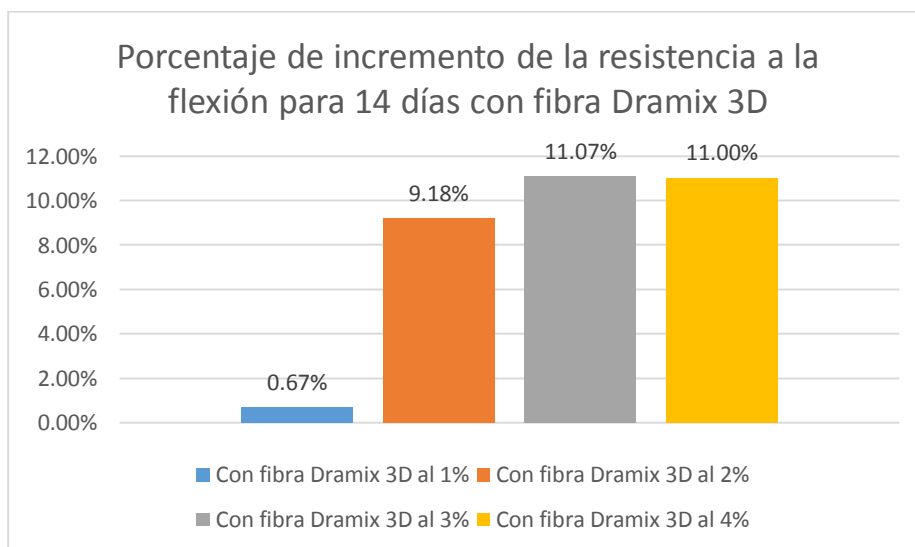
4.8. Resultados de la evolución de la resistencia a flexión del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3d a los 14 días de curado.

Tabla 132: Comparación de la evolución de la resistencia a la flexión del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3D a los 14 días de curado

PORCENTAJE DE ADICIÓN FIBRA DE ACERO	RESISTENCIA A FLEXIÓN PROMEDIO A 14 DÍAS (kg/cm ²)	PORCENTAJE DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA A 14 DÍAS
Adición de fibra 1%	43,66	0,67%
Adición de fibra 2%	47,35	9,18%
Adición de fibra 3%	48,17	11,07%
Adición de fibra 4%	48,14	11,00%
Concreto Patrón (0%)	43,37	0

Fuente: Elaboración propia

Figura 17: Porcentaje de la evolución de la resistencia a flexión del concreto con fibra de acero Dramix 3D a 14 días



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se observa que el mayor incremento en la resistencia a la flexión a los 14 días de curado, se da con la adición de 3% de fibra de acero, teniendo un valor de 48.17 kg/cm² que representa un incremento en 11.07% respecto a la resistencia dada por el concreto patrón a la misma edad.

Se tiene también un incremento parecido en el porcentaje de 2% y 4%.

Se registra un incremento de 0.67% respecto a la resistencia dada por el concreto patrón, por el concreto adicionado con 1% de fibra de acero.

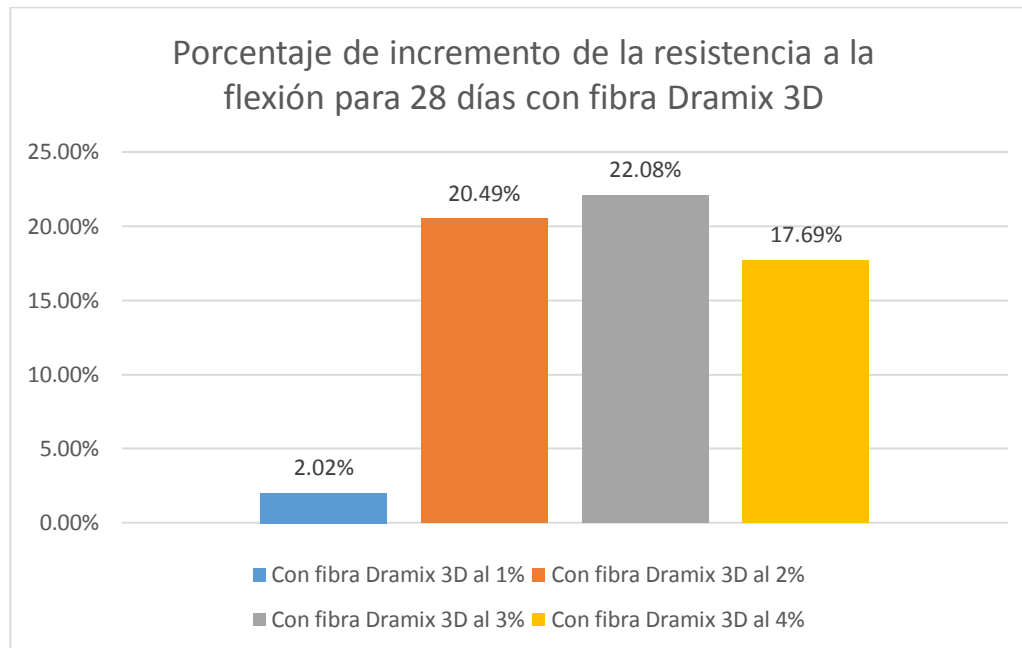
4.9. Resultados de la evolución de la resistencia a flexión del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3d a los 28 días de curado.

Tabla 133: Comparación de la evolución de la resistencia a la flexión del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3D a los 28 días de curado

PORCENTAJE DE ADICIÓN FIBRA DE ACERO	RESISTENCIA A FLEXIÓN PROMEDIO A 28 DÍAS (kg/cm ²)	PORCENTAJE DE INCREMENTO A LA RESISTENCIA A 28 DÍAS
Adición de fibra 1%	47,36	2,02%
Adición de fibra 2%	55,93	20,49%
Adición de fibra 3%	56,67	22,08%
Adición de fibra 4%	54,63	17,69%
Concreto Patrón (0%)	46,42	0

Fuente: Elaboración propia

Figura 18: Porcentaje de la evolución de la resistencia a flexión del concreto con fibra de acero Dramix 3D a 28 días



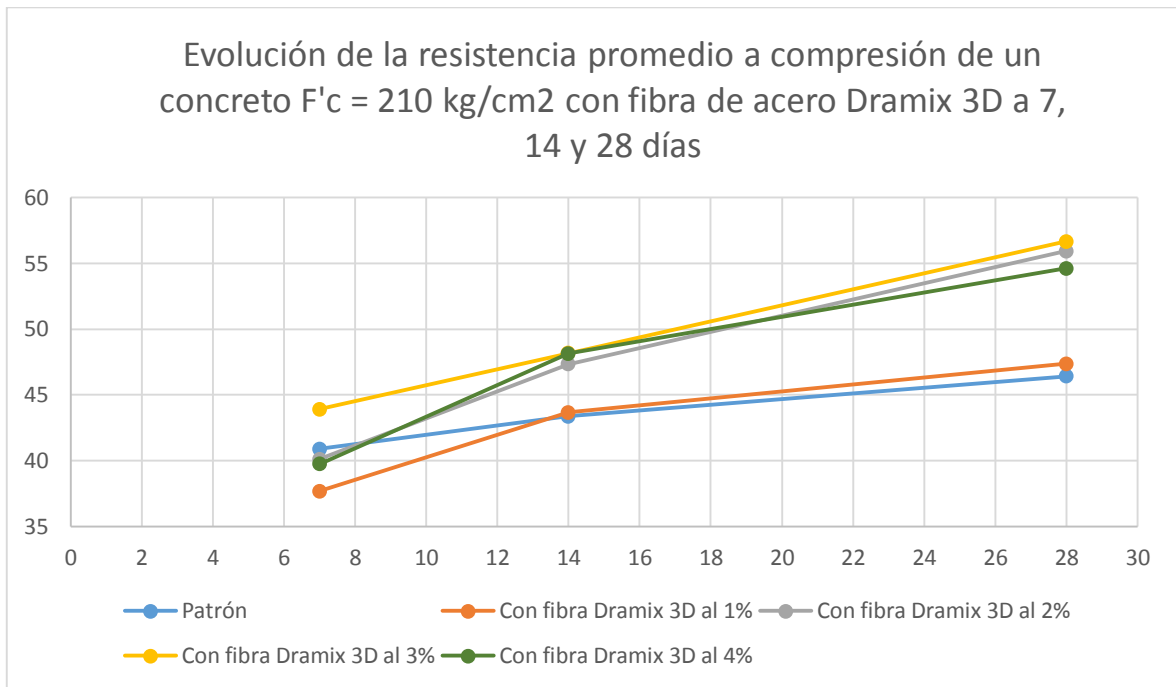
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se observa que el mayor incremento en la resistencia a la flexión a los 28 días de curado, se da con la adición de 3% de fibra de acero, teniendo un valor de 56.67 kg/cm² que representa un incremento en 22.08% respecto a la resistencia dada por el concreto patrón a la misma edad.

Se tiene también un incremento parecido en el porcentaje de 2% y 4%.

Se registra un incremento de 2.02% respecto a la resistencia dada por el concreto patrón, por el concreto adicionado con 1% de fibra de acero.

Figura 19: Evolución de la resistencia a flexión (kg/cm²) del concreto patrón y el concreto con fibra de acero Dramix 3D a 7, 14 y 28 días de curado



Fuente: Elaboración propia

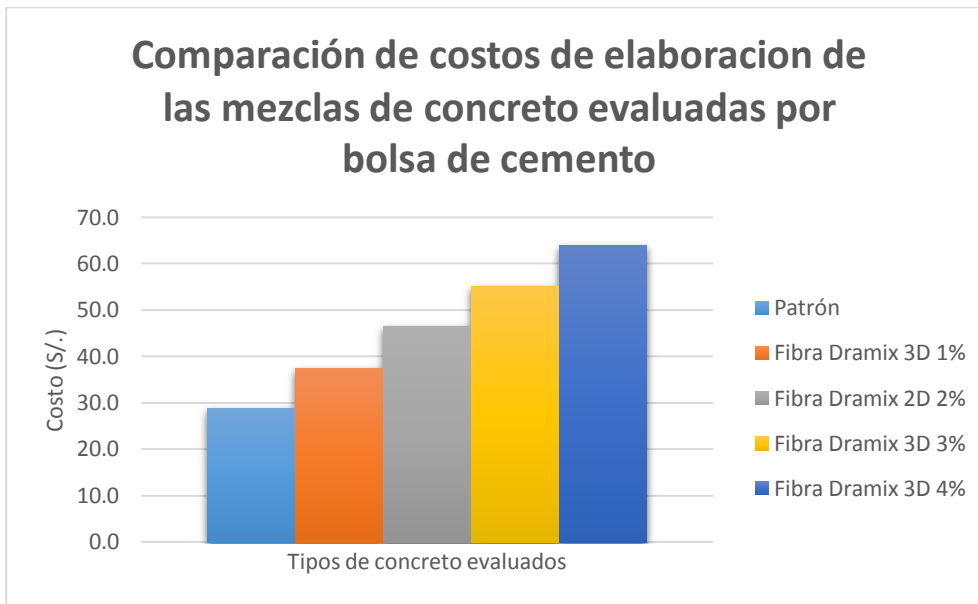
4.10. Resultados de la comparación de costos de las mezclas de concreto evaluadas

Tabla 134: Comparación de costos de las mezclas de concreto evaluadas en relación a una bolsa de cemento

COMPARACION DE COSTOS DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO EVALUADAS EN RELACIÓN A UNA BOLSA DE CEMENTO	
Concreto patrón	S/. 28.75
Concreto con fibra de acero Dramix 3D al 1%	S/. 37.41
Concreto con fibra de acero Dramix 3D al 2%	S/. 46.45
Concreto con fibra de acero Dramix 3D al 3%	S/. 55.12
Concreto con fibra de acero Dramix 3D al 4%	S/. 63.78

Fuente: Elaboración propia

Figura 20: Comparación de costos de elaboración de las mezclas de concreto evaluadas por bolsa de cemento



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V - DISCUSIÓN

1. ¿El agregado fino y grueso de las canteras de Vicho y Cunyac utilizado en la investigación cumple con la granulometría según la norma NTP 400.012.

El agregado fino de Cunyac, no cumple con los límites máximos y mínimos según lo indicado en la norma NTP 400.012, debido a que el agregado de Cunyac posee material muy fino, por lo que se combinó con el agregado confitillo de Vicho en proporciones de 75% y 25% respectivamente para poder cumplir con la norma. El agregado grueso de la cantera de Vicho con un tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ " cumple con los límites especificados en la norma NTP 400.012

2. ¿Por qué se adicionaron las fibras de acero Dramix 3D en el concreto?

Se empleó esta fibra de acero con el fin de comparar y determinar cuál es el porcentaje de adición que nos brinda mayores beneficios en cuanto al incremento en la resistencia a compresión y flexión del concreto, respecto a una mezcla de concreto patrón tradicional, evaluada bajo cargas de flexión de manera tal que se utiliza ésta considerada como un parámetro con fines de diseño.

3. ¿Por qué se empleó las dosificaciones de 1, 2, 3 y 4% de Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla?

Ya que las recomendaciones de dosificación, descritas en las fichas técnicas de ésta fibra está en 20kg/m³, lo que indica que por cada bolsa de cemento se adiciona 20kg de fibra de acero convirtiéndolo en las proporciones de 1% = 11.32kg/m³, 2% = 22.64kg/m³, 3% = 33.96kg/m³ y una última de 4% = 45.21kg/m³.

4. ¿Por qué el revenimiento no presenta una variación significativa con la adición de fibras de Dramix 3D en el concreto?

Al momento de realizar la mezcla con diferentes dosificaciones de fibras de acero Dramix 3D, éstas actúan como micro refuerzos en la matriz de concreto



sosteniendo la mezcla como una masa compacta, aun en estado fresco, que ya posteriormente por gravedad de las fibras en la mezcla tienda a un asentamiento no significativo.

En esta investigación se reemplazó con fibra de acero Dramix 3D el volumen del agregado fino de la mezcla en diferentes porcentajes, por esta razón se redució la cantidad de material fino, pero se mantuvo la misma cantidad de agua para la mezcla.

5. De acuerdo a las dosificaciones de fibras de acero Dramix 3D ¿Qué fibra brindó una mayor resistencia a la compresión para una edad de 7 días?

El mayor incremento a la compresión a 7 días de curado, se dio con el 3% de adición de fibra de acero Dramix 3D con un resultado de 206.37 kg/cm², el cual representa un incremento de 42.4% respecto a la resistencia dada por el concreto patrón a la misma edad.

Debido a una acción reforzante y la eficacia en la transmisión de la carga de la fibra que depende de muchos factores pero, especialmente, de las dimensiones de la fibra, ya que éste se comporta como un material isotrópico.

6. De acuerdo a las dosificaciones de fibras de acero Dramix 3D ¿Qué fibra brindó una mayor resistencia a la compresión para una edad de 14 días?

El mayor incremento a la compresión a 14 días de curado, se dio con el 2% de adición de fibra de acero Dramix 3D con un resultado de 232.07 kg/cm², el cual representa un incremento de 27.16% respecto a la resistencia dada por el concreto patrón a la misma edad.

Debido a que posee una longitud corta permite un mejor reacomodo en la matriz del concreto, trabajando en el tiempo como una malla reforzante.

7. De acuerdo a las dosificaciones de fibras de acero Dramix 3D ¿Qué fibra brindó una mayor resistencia a la compresión para una edad de 28 días?

El mayor incremento a la compresión a 28 días de curado, se dio con el 2% de adición de fibra de acero Dramix 3D con un resultado de 236.3 kg/cm², el cual



representa un incremento de 9.84% respecto a la resistencia dada por el concreto patrón a la misma edad.

Debido a que posee una longitud corta permite un mejor reacomodo en la matriz del concreto, trabajando en el tiempo como una malla reforzante.

8. De acuerdo a las dosificaciones de fibras de acero Dramix 3D ¿Qué fibra brindó una mayor resistencia a la flexión para una edad de 7 días?

El mayor incremento a la flexión a 7 días de curado, se dio con el 3% de adición de fibra de acero Dramix 3D con un resultado de 43.92 kg/cm², el cual representa un incremento de 7.41% respecto a la resistencia dada por el concreto patrón a la misma edad.

Debido a que posee una longitud corta permite un mejor reacomodo en la matriz del concreto, trabajando en el tiempo como una malla reforzante.

9. De acuerdo a las dosificaciones de fibras de acero Dramix 3D ¿Qué fibra brindó una mayor resistencia a la flexión para una edad de 14 días?

El mayor incremento a la flexión a 14 días de curado, se dio con el 3% de adición de fibra de acero Dramix 3D con un resultado de 48.17 kg/cm², el cual representa un incremento de 11.07% respecto a la resistencia dada por el concreto patrón a la misma edad.

Debido a que posee una longitud corta permite un mejor reacomodo en la matriz del concreto, trabajando en el tiempo como una malla reforzante.

10. De acuerdo a las dosificaciones de fibras de acero Dramix 3D ¿Qué fibra brindó una mayor resistencia a la flexión para una edad de 28 días?

El mayor incremento a la flexión a 28 días de curado, se dio con el 3% de adición de fibra de acero Dramix 3D con un resultado de 56.67 kg/cm², el cual representa un incremento de 22.08% respecto a la resistencia dada por el concreto patrón a la misma edad.

Debido a que posee una longitud corta permite un mejor reacomodo en la matriz del concreto, trabajando en el tiempo como una malla reforzante.



11. ¿Por qué se usó el aditivo plastificante Sika HE-98 en el diseño de mezcla?

El aditivo plastificante tiene efecto positivo en la resistencia a la compresión cuando se usa los porcentajes dentro de los límites indicados en las especificaciones del aditivo Sika HE-98, en el caso de la investigación se utilizó este aditivo para una reducción en la relación agua cemento, como para una mejor trabajabilidad del concreto adicionado con las fibras de acero.

12. ¿Por qué se usó los agregados de las canteras de Vicho y Cunyac para el diseño de mezcla?

Basándonos en varias investigaciones de la zona de Cusco, El agregado Grueso procedente de la cantera de Vicho es grava rota de grano duro y compacto, usando el tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ " con una gradación de acuerdo a la norma (NTP 400.012), junto con agregados finos de Rio Cunyac y Confitillo de Vicho, se obtienen concretos con una resistencia igual o mayor a 175 kg/cm² y 210 kg/cm².



GLOSARIO

ABSORCIÓN DE AGUA: La cantidad de agua absorbida por un material bajo condiciones especificadas de ensayo, comúnmente expresada como el porcentaje de la masa de la probeta de ensayo.

ADICIÓN: En los Estados Unidos es cualquier sustancia que se muele conjuntamente o se adiciona en cantidades limitadas al cemento portland durante su producción. En algunos países de Latinoamérica, también puede referirse a los materiales cementantes suplementarios. **AGREGADO:** Material mineral granular, tal como la arena natural, la arena manufacturada, la grava, la piedra triturada, la escoria granulada de alto horno enfriada al aire, la vermiculita y la perlita.

AGREGADO FINO: Agregado que pasa por el tamiz 9.5 mm (3/8 pulg.), pasa casi totalmente por el tamiz de 4.75 mm (No.4) y se retiene predominantemente en el tamiz de 75 mm (no. 200). **AGREGADO GRUESO:** Grava natural, piedra triturada o escoria de alto horno de hierro, frecuentemente mayor que 5 mm (0.2 pulg.) y cuyo tamaño normalmente varía entre 9.5 mm y 37.5 mm (3/8 y 1 1/2 pulg.).

ARENA: Partículas de roca que pasan la malla N°4 (4.75mm) y son retenidos en la malla N° 200. **AIRE ATRAPADO (AIRE OCLUIDO):** Vacío de aire no intencional, con forma irregular, en el concreto fresco o endurecido, con tamaño igual o superior a 1 mm.

CANTERA: Depósito natural de material apropiado para ser utilizado en ñla construcción, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de carreteras.

CAL: Generalmente este término incluye las varias formas químicas y físicas de la cal viva, cal hidratada y cal hidráulica.

CAL HIDRATADA: Polvo seco obtenido del tratamiento de la cal viva con suficiente cantidad de agua para satisfacer sus afinidades químicas con el agua. Consiste esencialmente en hidróxido de calcio o en una mezcla de hidróxido de calcio y óxido de magnesio o hidróxido de magnesio o ambos.



CAMBIO DE VOLUMEN: Un aumento o una disminución del volumen por cualquier motivo, tal como un cambio de la humedad, de la temperatura o cambios químicos. (Véase también fluencia).

CEMENTO: Véase cemento portland y cemento hidráulico.

CEMENTO PORTLAND: Cemento hidráulico de silicato de calcio que se produce por la pulverización del Clinker de cemento portland y normalmente también contiene sulfato de calcio y otros compuestos. (Véase también cemento hidráulico).

CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO : Cemento hidráulico que consiste en: (1) una mezcla íntima y uniforme de cemento portland o de cemento portland de escoria y una puzolana fina producida por la molienda conjunta del cemento portland y de la puzolana, (2) mezcla de cemento portland o de cemento portland de escoria de alto horno y una puzolana finamente molida o (3) por la combinación de molienda conjunta y mezclado, en la cual la cantidad del constituyente Puzolánicos está dentro de los límites especificados.

CLÍNKER (CLÍNQUER): Producto final del horno de cemento portland, material cementante bruto antes de la molienda.

COMPACTACIÓN : Proceso de inducción de una disposición más cerca de las partículas sólidas en el concreto y mortero a través de la reducción de los vacíos, frecuentemente logrado con la vibración, el varillado, los golpes o la combinación de estos métodos. También llamada de consolidación.

CONCRETO: Mezcla de material aglomerante (conglomerante) y agregados fino y grueso. En el concreto normal, comúnmente se usan como medio aglomerante, el cemento portland y el agua, pero también pueden contener puzolanas, escoria y/o aditivos químicos.

CONCRETO ENDURECIDO: Concreto en el estado sólido que haya desarrollado una cierta resistencia.

CONCRETO FRESCO: Concreto recién mezclado y aún plástico y trabajable.



CONCRETO REFORZADO (ARMADO): Concreto al cual se adicionan materiales resistentes a la tensión, tales como varillas de acero o alambre metálico.

CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS: Concreto que contiene fibras orientadas aleatoriamente en 2 o 3 dimensiones por toda la matriz del concreto.

CONO DE ABRAMS: Molde con forma de cono trunco constituido material no atacable por la pasta de cemento, que se usa para medir la consistencia de la mezcla de concreto fresco. Se conoce también como cono de asentamiento.

CONSISTENCIA: Movilidad relativa o capacidad para fluir del concreto, mortero o grout frescos. (Véanse también revenimiento y trabajabilidad).

CONTENIDO DE AIRE: Volumen total de vacíos de aire, sea incluido, sea atrapado, en la pasta de cemento, mortero o concreto. El aire incluido aumenta la durabilidad del mortero o concreto endurecidos sometidos a congelación-deshielo y aumenta la trabajabilidad de las mezclas frescas.

CONTRACCIÓN (RETRACCIÓN): Disminución de la longitud o del volumen del material, resultante de cambios del contenido de humedad, de la temperatura y cambios químicos.

CONTROL DE CALIDAD: Acciones realizadas por el productor o el contratista, a fin de proveer un control sobre lo que se está haciendo y sobre lo que se está suministrando, para que las normas de buenas prácticas de obra se sigan.

CORROSIÓN: Deterioro del metal por la reacción química, electroquímica o electrolítica.

CURADO: Proceso, a través del cual se mantienen el concreto, mortero, grout o revoque frescos, en la condición húmeda y a una temperatura favorable, por el periodo de tiempo de sus primeras etapas, a fin de que se desarrollen las propiedades deseadas del material. El curado garantiza la hidratación y el endurecimiento satisfactorios de los materiales cementantes.



CURADO HÚMEDO AL AIRE: Curado con aire húmedo (no menos del 95% de humedad relativa) a presión atmosférica y a una temperatura de unos 23°C (73°F).

DOSIFICACIÓN: Proceso de medición, por peso o por volumen, de los ingredientes y su introducción en la mezcladora para una cantidad de concreto, mortero, grout o revoque.

DURABILIDAD: Capacidad del concreto, mortero, grout o revoque de cemento portland de resistir a la acción de las intemperies y otras condiciones de servicio, tales como ataque químico, congelación-deshielo y abrasión.

ENDURECIMIENTO RÁPIDO: Desarrollo rápido de la rigidez en la pasta de cemento hidráulico, mortero, grout, revoque o concreto frescos.

FIBRAS: Hilo o material en forma de hilo con un diámetro que varía de 0.05 a 4 mm (0.002 a 0.16 pulg.) y con longitud entre 10 y 150 mm (0.5 a 6 pulg.) y fabricado con de acero, vidrio, material sintético (plástico), carbono o material natural.

FRAGUADO: Grado en el cual el concreto fresco perdió su plasticidad y se endurece.

GRANULOMETRÍA (GRADACIÓN): Distribución del tamaño de las partículas de agregado, que se determina por la separación a través de tamices normalizados.

HIDRATACIÓN: Es la reacción entre el cemento hidráulico y el agua, a través de la cual se forman nuevos compuestos que confieren resistencia al concreto, mortero, grout y revoque.

HORNO : Horno rotatorio que se usa en la fabricación del cemento para calentar y combinar químicamente las materias primas inorgánicas, tales como las calizas, arena y arcilla, transformándolas en Clinker de silicato de calcio.



ISOTROPÍA: La isotropía es la característica de poseer iguales propiedades en cualquier dirección. Cuando la propiedad elasticidad se manifiesta en igual medida cualquiera sea la dirección en la que se ha producido la deformación.

MASA ESPECÍFICA: Masa por unidad de volumen, peso por unidad de volumen al aire, por ejemplo, en kg/m³.

MASA UNITARIA (MASA VOLUMÉTRICA, DENSIDAD): Masa volumétrica del concreto fresco o del agregado, que normalmente se determina pesándose un volumen conocido de concreto o agregado (la densidad a granel o suelta de los agregados incluye los vacíos entre las partículas).

MATERIAL CEMENTANTE (MATERIAL CEMENTOSO): Cualquier material que presente propiedades cementantes o que contribuya para la formación de compuestos hidratados de silicato de calcio. En el proporcionamiento del concreto se consideran como materiales cementantes: cemento portland, cemento hidráulico mezclado, ceniza volante, escoria granulada de alto horno molida, humo de sílice, arcilla calcinada, metacaolinita, esquisto calcinado y ceniza de cáscara de arroz.

MÓDULO DE FINURA (MF): Factor que se obtiene por la suma de los porcentajes acumulados de material de una muestra de agregado en cada uno de los tamices de la serie especificada y dividido por 100.

PLASTICIDAD: Aquella propiedad de la pasta, concreto, mortero, grout o revoque frescos que determina su trabajabilidad, resistencia a deformación o facilidad de moldeo.

PUZOLANA: Materiales silíceos o silíceos y aluminosos, tales como la ceniza volante o el humo de sílice, que, por sí mismos, poseen poco o ningún valor cementante, pero que cuando están finamente molidos y en presencia de agua, reaccionan con el hidróxido de calcio a temperaturas normales, para formar compuestos que poseen propiedades cementantes.

RELACIÓN AGUA-CEMENTO (A/C): Relación entre la masa de agua y la masa de cemento en el concreto.



RESISTENCIA A COMPRESIÓN: Resistencia máxima que una probeta de concreto, mortero o grout puede resistir cuando es cargada axialmente en compresión en una máquina de ensayo a una velocidad especificada. Normalmente se expresa en fuerza por unidad de área de sección transversal, tal como mega pascal (MPa) o libras por pulgada cuadrada (lb/pulg.2 o psi).

RESISTENCIA A FLEXIÓN: Capacidad de los sólidos de resistir a la flexión.

REVENIMIENTO (ASENTAMIENTO DE CONO DE ABRAMS): Medida de consistencia del concreto fresco, igual al asentamiento inmediato de una probeta moldeada con un cono normalizado.

SANGRADO (EXUDACIÓN): Flujo del agua de la mezcla del concreto fresco, causado por el asentamiento de los materiales sólidos de la mezcla.

SEGREGACIÓN: Separación de los componentes del concreto fresco (agregados y mortero), resultando en una mezcla sin uniformidad.

SLUMP: Establece la determinación del asentamiento del concreto fresco en laboratorio como en campo. Este método consiste en colocar una muestra de concreto en un molde en forma de cono trunco y de acuerdo a procedimientos tales como medidas de desnivel con referencia al molde de cono trunco establecer valores que servirán para encontrar el asentamiento.

TRABAJABILIDAD: Es la propiedad del concreto, mortero, grout o revoque frescos que determina sus características de trabajo, es decir, la facilidad para su mezclado, colocación, moldeo y acabado.

UNIDADES MÉTRICAS: También llamadas unidades del Sistema Internacional (SI) de unidades. Es el sistema de unidades usado en la mayoría de los países en el siglo XXI. Incluyen, pero no se limitan a: (1) longitud en milímetros, metros y kilómetros, (2) área en milímetros cuadrados, metros cuadrados y kilómetros cuadrados, (3) volumen en metros cúbicos y litros, (4) masa en miligramos, gramos, kilogramos y mega gramos y (5) temperatura en grados Celsius.

VACÍOS DE AIRE: Vacíos de aire atrapado (aire ocluido) o burbujas de aire incluido en el concreto, mortero o grout. Los vacíos atrapados normalmente



tienen un diámetro mayor que 1 mm y los vacíos incluidos son menores. La mayoría de los vacíos atrapados se debe remover a través de vibración interna, plantillas vibratorias o varilladas.

VIBRACIÓN: Agitación de alta frecuencia del concreto fresco a través de aparatos mecánicos, con propósitos de consolidación.

CONCLUSIONES

CONCLUSION N°1

Se logró comprobar parcialmente la hipótesis general que dice *“El reemplazo de Dramix 3D en porcentajes de 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla mejorará en un 20% las propiedades de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión de un concreto $f'c$ 210 kg/cm², respecto al concreto patrón”*. Al realizar los ensayos de rotura a compresión y flexión se observó que a 28 días de curado, en compresión los porcentajes de 2% y 3% aumentan en un 9.84% y 9.62% respecto al concreto patrón, en cambio los porcentajes de 1% y 4% no muestran ninguna clase de aumento.

En flexión los porcentajes de 2%, 3% aumentan en un 20.49% y 22.08% respectivamente, en cambio los porcentajes de 1% y 4% aumentan en un 2.02% y 17.69% respecto al concreto patrón. Indicados en las Tablas N° 130 y N° 133.

CONCLUSIÓN N°2

Se demuestra parcialmente la sub hipótesis N°1: *“La proporción en peso para un diseño de mezcla de un concreto $f'c$ = 210 kg/cm² adicionado con fibras de acero Dramix 3D es próxima a 1:2:3; respectivamente cemento, agregado fino y agregado grueso”*. Al realizar el diseño de mezcla para un concreto $f'c$ = 210 kg/cm², se demuestra que la adición de fibras Dramix 3D, modifica la dosificación final de 1: 2: 2.58, en 1% a 1: 1.96: 2.58, en 2% 1: 1.94: 2.58, en 3% 1: 1.91: 2.58, en 4% 1: 1.88: 2.58, pero que esta modificación no altera la plasticidad de la mezcla de concreto, manteniéndose como una mezcla plástica. Indicados en la Tabla N° 84.

CONCLUSIÓN N°3

Se demuestra la sub hipótesis N°2: *“La dosificación óptima de Dramix 3D que generará la mayor resistencia a compresión en un concreto $f'c$ 210 kg/cm² estará entre el 2 y 3% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla”*, Mediante el ensayo de resistencia a compresión del concreto a 7, 14 y 28 días se muestra que el incremento que dan los porcentajes de 2% y 3% es relevante



en comparación al concreto patrón, indicados en las Tablas N° 128, N° 129 y N° 130.

CONCLUSIÓN N°4

Se demuestra la sub hipótesis N°3: *“La dosificación óptima de Dramix 3D que generara la mayor resistencia a flexión en un concreto $f'c$ 210 kg/cm² estará entre el 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla”*, Mediante el ensayo de resistencia a flexión del concreto a 7, 14 y 28 días se muestra que el incremento que dan los porcentajes de 3% y 4%, es relevante en comparación al concreto patrón, indicados en las Tablas N°131, N° 132 y N°133.

CONCLUSIÓN N°5

No se ha demostrado la Sub hipótesis N°4: *“La adición de Dramix 3D en proporciones 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla aumentara en la consistencia del concreto $f'c$ 210 kg/cm²”*, Mediante el ensayo de Consistencia del Cono de Abrams, se observa que el concreto con adición de fibra de acero posee una consistencia plástica con leve tendencia a ser fluida, y posee un asentamiento entre 3” y 4”, así se observa en la Tabla N° 127.

CONCLUSIÓN N°6

Se logró comprobar parcialmente la sub hipótesis N° 5: *“El costo para la producción de la mezcla de concreto $f'c$ 210 kg/cm² con Dramix 3D con el óptimo comportamiento mecánico a compresión y flexión, será de 50 soles, por bolsa de cemento”*, Al realizar el cálculo de precios unitarios y costo total de la mezcla por bolsa de cemento se observa que para el concreto con adición de 2% de fibra de acero Dramix 3D, el cual presenta el mejor comportamiento a compresión y un óptimo comportamiento a flexión, posee un costo total de S/.46.50, así se observa en la Tabla N° 122.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIÓN N°1

El agregado fino de Cunyac, no cumple con la granulometría especificada en la NTP 400.037, por lo tanto se recomienda mezclar el agregado fino con otras canteras para poder cumplir lo que establece la norma.

RECOMENDACIÓN N°2

De preferencia no emplear áridos de tamaño superior a 20 mm, para evitar una mala distribución de las fibras de acero dentro de la mezcla de concreto.

RECOMENDACIÓN N°3

Se recomienda realizar una evaluación de éste concreto adicionado con fibras de acero Dramix 3D para resistencias mayores y menores a 210 kg/cm².

RECOMENDACIÓN N°4

Se recomienda el análisis en la influencia del fisuramiento producida por la adición de fibras de acero Dramix 3D en el concreto.

RECOMENDACIÓN N°5

Al realizar el proceso de mezclado, es recomendable separar previamente las fibras de acero e introducir las junto con los agregados o al final de todos los componentes.

RECOMENDACIÓN N°6

En cuanto al costo de las fibras de acero, se debe tomar en consideración el costo beneficio que estas proporcionan a lo largo de la vida útil de las obras en las que se empleó.

RECOMENDACIÓN N°7

Es importante tomar las medidas de seguridad al momento de manipular las fibras de acero Dramix 3D, debido a que éstas pueden producir cortes.



RECOMENDACIÓN N°8

Se recomienda realizar un estudio en cuando a rendimientos de uso de la fibra de acero Dramix 3D a diferentes porcentajes adicionados, con datos obtenidos en obra.

RECOMENDACIÓN N°9

Se recomienda realizar una investigación, la cual determine la influencia de la fibra de acero Dramix 3D a la cuantía de acero, cuando este concreto sea utilizado en obras de concreto armado.



REFERENCIAS

- Abanto, F. (1996). *Tecnología del concreto (Teoría y Problemas)*. Lima: San Marcos.
- ASTM. (2003). *Práctica Normalizada para la preparación y curado en obra de las probetas para ensayo del hormigón*. Pensilvania.
- BEKAERT. (s.f.). *Fibras de acero Dramix® 3D para refuerzo de hormigón*. Obtenido de <http://www.bekaert.com/es-MX/productos/construccion/refuerzo-de-hormigon/fibras-de-acero-dramix-3d-para-refuerzo-de-hormigon>
- Cespedez Garcia, M. (2003). *Naturaleza del Concreto*. Piura: Universidad Nacional de Piura.
- COGUANOR. (2014). *Método de ensayo. Determinación del esfuerzo a flexión en el concreto (Utilizando viga simplemente soportada con carga al centro de la luz) NTG 41017 h8*. Guatemala.
- Díaz Galdos, R. (s.f.). *Propiedades del concreto fresco y endurecido*. México.
- Fernandez Canovas, M. (1981). *Hormigones Reforzados con Fibras de Acero*. Madrid.
- Harmsen, T. (2002). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. Lima: Fondo Editorial.
- Hernandez, S., Fernandez, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. Mexico.
- INDECOPI. (1999). *AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. NTP 400.017*. Lima, Perú.
- INDECOPI. (2001). *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. NTP 400.012*. Lima, Perú.
- INDECOPI. (2001). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la absorción del agregado*. Lima, Perú.
- INDECOPI. (2001). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. NTP 400.022*. Lima, Perú.
- INDECOPI. (2001). *CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del hormigón en vigas simplemente apoyadas con carga en el centro del tramo 2ª Edición NTP 339.079*. Lima, Perú.
- INDECOPI. (2002). *AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto) NTP 400.037*. Lima, Perú.
- INDECOPI. (2002). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado NTP 339.185*. Lima, Perú.
- INDECOPI. (2002). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso Específico y absorción del agregado grueso. NTP 400.021*. Lima, Perú.
- INDECOPI. (2002). *CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos. NTP 334.009*. Lima, Perú.



- INDECOPI. (2002). *CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento portland. NTP 339.088*. Lima, Perú.
- INDECOPI. (2002). *Método de ensayo normalizado para la resistencia a compresión de especímenes cilíndricos de concreto. NTP 339.034*. Lima, Perú.
- INDECOPI. (2002). *Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el Cono de Abrams*. Lima, Perú.
- INDECOPI. (2011). *CEMENTOS. Cemento Portland. Requisitos*. Lima, Perú.
- MACAFFERI. (2007). *Fibras como Elemento Estructural para el Refuerzo del Hormigón*. Brasilia.
- Pasquel, E. (1998). *Tópicos de la Tecnología de Concreto*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Rivva, E. (2000). *Naturaleza de Materiales del Concreto*. Lima: Capítulo Peruano ACI.
- Torre, A. (2002). *Tecnología del Concreto para Residente, Supervisores y Proyectistas*. Lima: UNI.
- Wight, J., & MacGregor, J. (2011). *Reinforced Concrete. MEchanics and design*. New Jersey: Pearson.
- YURA S.A. (2012). *Manual de construcción*. Perú.

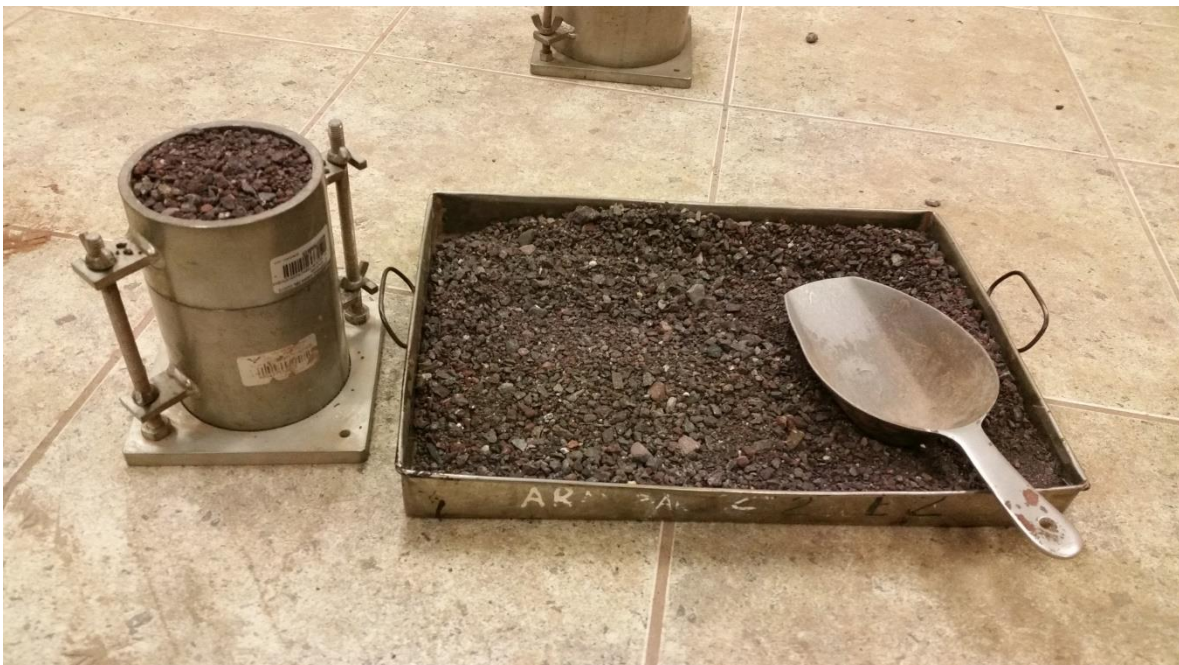
ANEXOS

Fotografía 26: Cuarteo de material



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 27: Peso unitario suelto agregado grueso



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 28: Peso agregado fino



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 29: Engrasado de moldes prismáticos



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 30: Engrasado de moldes cilíndricos



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 31: Preparado de materiales para vaciado - cemento



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 32: Preparado de materiales para vaciado - agregados



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 33: Preparado de materiales para vaciado – fibra de acero Dramix 3D



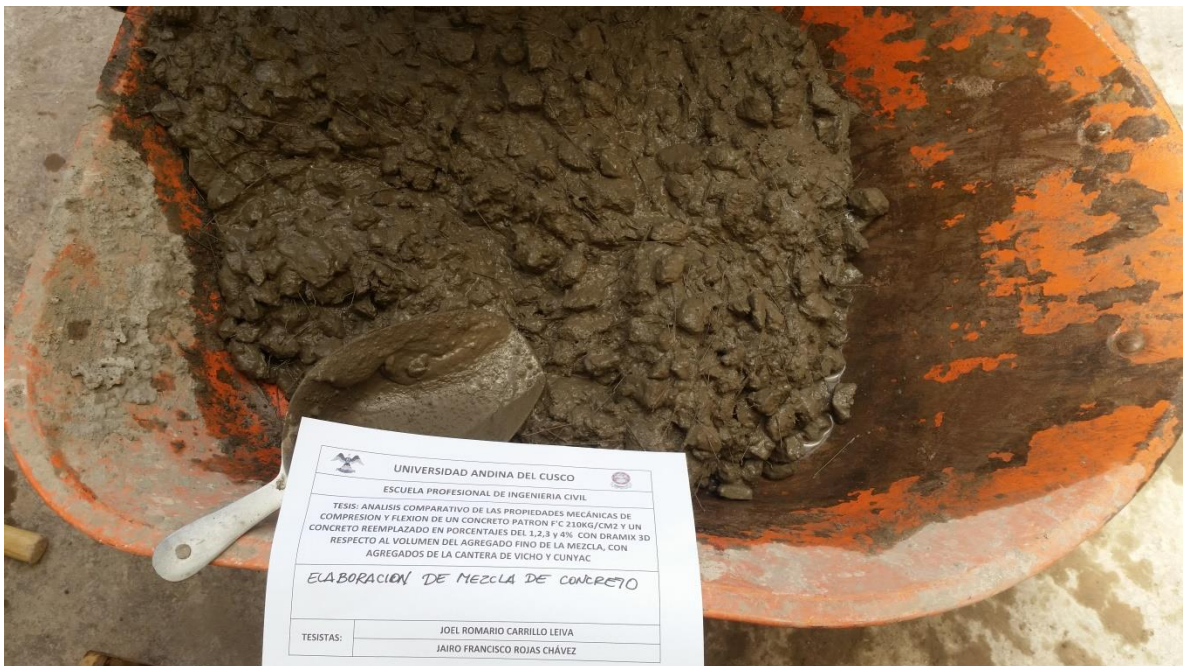
Fuente: Elaboración propia

Fotografía 36: Vaceado de la mezcla



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 37: Mezcla de concreto con Dramix 3D al 1%



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 38: Revenimiento del concreto



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 39: Llenado de testigos cilíndricos



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 40: Llenado de testigos prismáticos



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 41: Acabado testigos cilíndricos



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 42: Acabado testigos prismáticos



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 43: Acabado testigos prismáticos



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 44: Desmolde testigos prismáticos



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 45: Desmolde testigos cilíndricos



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 46: Pesado testigo cilíndrico



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 47: Ensayo a compresión



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 48: Ensayo a flexión



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 49: Briqueta ensayada a compresión



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 50: Vigueta ensayada a flexión



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 51: Falla en briqueta cilíndrica



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 52: Fallas en testigos cilíndricos concreto Patrón



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 53: Fallas testigos cilíndricos con Dramix 3D al 1%



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 54: Fallas testigos cilíndricos con Dramix 3D al 2%



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 55: Fallas testigos cilíndricos con Dramix 3D al 3%



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 56: Fallas testigos cilíndricos con Dramix 3D al 4%



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 57: Falla a flexión concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 58: Falla a flexión concreto con Dramix 3D al 4%



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 59: Falla a flexión concreto con Dramix 3D al 2%



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 60: Falla a flexión concreto con Dramix 3D al 3%



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 61: Falla a flexión concreto con Dramix 3D al 4%



Fuente: Elaboración propia

Tabla 135: Matriz de consistencia

Título Tentativo: Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de compresión y flexión de un concreto patrón f'c 210kg/cm ² y un concreto reemplazado en porcentajes del 1, 2, 3 Y 4% con Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, elaborado con agregados de las canteras de Vicho y Cunyac.						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	FUENTE
¿Cuál es la variabilidad en la resistencia a compresión y flexión de un concreto patrón f'c 210kg/cm ² a un concreto reemplazado con Dramix 3D en porcentajes de 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla?	Determinar la variabilidad en la resistencia a compresión y flexión de un concreto patrón f'c 210 kg/cm ² a un concreto reemplazado con Dramix 3D en porcentajes de 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla.	El reemplazo de Dramix 3D en porcentajes de 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla mejorará en un 20% las propiedades de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión de un concreto f'c 210 kg/cm ² , respecto al concreto patrón.	I1: Agregado fino I2: Fibra de acero Dramix 3D	<ul style="list-style-type: none"> • Peso específico, peso unitario kg/m³ • Peso específico, peso unitario kg/m³ • Cantidad % 	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas de laboratorio • Hojas de cálculo Excel. • Laptop. • Hojas de recolección de datos 	<ul style="list-style-type: none"> • Libros de concreto y diseño de concreto. • Tesis similares al tema a nivel nacional e internacional.
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPOTESIS ESPECIFICA	VARIABLES DEPENDIENTES	INDICADORES	EQUIPOS	METODOLOGIA
¿Cuál es la proporción en peso para un diseño de mezcla de un concreto f'c = 210 kg/cm ² adicionado con fibras de acero Dramix 3D?	Determinar la proporción en peso para un diseño de mezcla de un concreto f'c = 210 kg/cm ² adicionado con fibras de acero Dramix 3D.	La proporción en peso para un diseño de mezcla de un concreto f'c= 210 kg/cm ² adicionado con fibras de acero Dramix 3D es próxima a 1:2:3; respectivamente por cemento, agregado fino y agregado grueso.	D1: Concreto f'c 210 kg/cm ²		<ul style="list-style-type: none"> • Máquina de compresión • Molde de viga • Tamices. • Tamizador mecánico. • Recipientes. 	Metodología: Se utilizará el método Hipotético – Deductivo. Tipo de Investigación según: Su Finalidad: <ul style="list-style-type: none"> • Aplicada Su Alcance: <ul style="list-style-type: none"> • Cuantitativa. Su Diseño: <ul style="list-style-type: none"> • Experimental. Su Fuente de datos: <ul style="list-style-type: none"> • Gabinete. Su Enfoque: <ul style="list-style-type: none"> • Cuantitativa s.
¿Cuál vendría a ser el porcentaje de reemplazo de Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla que genere mayor resistencia a la compresión en el concreto f'c 210 kg/cm ² ?	Determinar el porcentaje de reemplazo óptimo de Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla la cual generará una mayor resistencia a la compresión en el concreto f'c 210 kg/cm ²	La dosificación óptima de Dramix 3D que generará la mayor resistencia a compresión en un concreto f'c 210 kg/cm ² estará entre el 2 y 3% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla.	D1: Concreto f'c 210 kg/cm ²	• Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		
¿Cuál vendría a ser el porcentaje de reemplazo de Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla que genere mayor resistencia a la flexión en el concreto f'c 210 kg/cm ² ?	Determinar el porcentaje de reemplazo óptimo de Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla la cual generará una mayor resistencia a la flexión en el concreto f'c 210 kg/cm ²	La dosificación óptima de Dramix 3D que generará la mayor resistencia a flexión en un concreto f'c 210 kg/cm ² estará entre el 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla.	D1: Concreto f'c 210 kg/cm ²	• Resistencia a la flexión (kg/cm ²)		
¿De qué manera varía la consistencia del concreto f'c 210 kg/cm ² cuando se le reemplaza en fibras de acero Dramix 3D en porcentajes de 1, 2, 3 y 4%, respecto al volumen del agregado fino de la mezcla?	Determinar la variación de la consistencia del concreto f'c 210 kg/cm ² adicionado con fibras de acero Dramix 3D en porcentajes de 1, 2, 3 y 4% respecto al agregado fino de la mezcla	La adición de Dramix 3D en proporciones 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla aumentará en la consistencia del concreto f'c 210 kg/cm ² .	D1: Concreto f'c 210 kg/cm ²	• Asentamiento o revenimiento del concreto (pulg)		
¿Cuál vendría a ser el costo para la producción de la mezcla de concreto f'c 210 kg/cm ² con Dramix 3D que da el óptimo comportamiento mecánico a compresión y flexión en comparación al concreto patrón?	Determinar el costo para la producción de la mezcla de concreto f'c 210 kg/cm ² con Dramix 3D con el óptimo comportamiento mecánico a compresión y flexión, en comparación al concreto patrón.	El costo para la producción de la mezcla de un concreto f'c 210 kg/cm ² con Dramix 3D con el óptimo comportamiento mecánico a compresión y flexión, será de S/.50	D1: Concreto f'c 210 kg/cm ²	• Costo por m ³ (S/.m ³)		

Fuente: Elaboración propia