UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

Control de la retracción plástica mediante el uso de dosificaciones de
microfibras sintéticas DRYMIX y Fibra Ultrafina utilizando paneles
normados

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTORES:

Llanos Falcon, Jeremy Andre. (0000-0001-5543-7347)

Mellado Teves, Meliza Sumak. (0000-0002-9093-4135)

ASESOR:

Torre Carrillo, Ana Victoria. (0000-0002-4531-4033)

Lima, 24 de Julio de 2020

Dedicado a:

Dios, mis padres Elizabeth Teves y Regulo Mellado, mi hermana Nicole Mellado, mis tíos Levi Tomayconza y Edith Teves y mi familia Mellado y Teves por su amor y apoyo incondicional para este logro. A mis amigos y compañeros que apoyaron de una u otra forma en la elaboración de este proyecto.

A todos ellos, gracias.

Dedicado a:

Dios, mis padres Joaquin Llanos y Carmen Falcón, mis hermanos Jorge y Dereck Llanos y mi enorme familia que tengo en casa por su amor y apoyo incondicional a mi crecimiento como persona y profesional, a mis amigos por todo su apoyo y ánimos a lo largo de este maravilloso proceso que viví.

A todos ellos, gracias.

RESUMEN

La presente investigación buscara la dosificación optima de microfibra para controlar la retracción plástica comparando microfibras sintéticas de polipropileno FIBRA ULTRAFINA de la marca CHEMA y microfibra sintética acrílica DRYMIX RC4020 de la marca SUDAMERICANA DE FIBRAS, considerando las dosificaciones que recomiendan los proveedores por cada metro cubico de concreto. Se realizarán ensayos de laboratorio en 17 mezclas para luego medir la retracción plástica en cada una de ellas utilizando los paneles normados por el ASTM C1579-13, midiendo también las demás propiedades que serán comparadas con el desempeño de un concreto convencional.

El resultado de esta investigación será el valor de dosificación óptima con la que se logre disminuir la retracción plástica sin afectar otras propiedades del concreto, tales como resistencia a la compresión, tracción, flexión y trabajabilidad. De igual manera se realizará un análisis económico de acuerdo con las dosificaciones realizadas de las fibras anteriormente mencionadas.

Palabras clave: Microfibra sintética; retracción plástica; fisuración; control.

Plastic shrinkage control by the use synthetic microfibers dosages Drymix and Fibra Ultrafina using standardized panels

ABSTRACT

The present investigation will search the optimal dosage from microfiber to control the plastic shrinkage comparing the polypropylene synthetic microfiber Fibra Ultrafina by the brand CHEMA and the acrylic synthetic microfiber Drymix RC4020 by the brand SUDAMERICANA DE FIBRAS, considering the dosages per cubic meter that the providers recommend. It will perform laboratory tests in 17 mixes by then measure the plastic shrinkage in each of them using the standardized panels by the ASTM C1579-13, also will measure the other properties that will be compared with the performance from a conventional concrete.

The investigation result will be the optimal dosage valor that can reduce the plastic shrinkage without affecting the other concrete properties like the compressive strength, tensile strength, flexural strength and slump. Likewise, it will perform an economic analysis according the fiber dosages aforementioned.

Keywords: Synthetic microfiber; plastic shrinkage; cracking; control.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Problemática.....	7
1.3. Importancia	8
1.4. Objetivos de la Investigación	8
1.4.1. Objetivos Generales	8
1.4.2. Objetivos Específicos	8
1.5. Hipótesis.....	9
1.6. Metodología de la Investigación	9
1.7. Aporte de la Investigación	9
CAPÍTULO 2. MARCO TEORICO	11
2.1. Retracción Plástica	11
2.1.1. Definición y desarrollo	11
2.1.2. Consecuencias en el concreto	13
2.1.2.1. Fisuras por retracción plástica.	14
2.1.2.1.1. Definición y desarrollo de las fisuras por retracción plástica....	14
2.1.2.1.2. Consecuencias de las fisuraciones en el concreto.....	15
2.1.3. Control de Retracción Plástica.....	16
2.2. Fibras Sintéticas	17
2.2.1. Definición	17
2.2.2. Fibras Sintéticas existentes en el mercado peruano	23
2.2.2.1. Macrofibras sintéticas.....	23
2.2.2.2. Microfibras sintéticas	23
2.2.3. Propiedades que otorga las microfibras sintéticas al concreto.....	24
2.2.4. Microfibra Sintética de Polipropileno.....	29

2.2.4.1.	Características.....	30
2.2.4.2.	Usos recomendados	31
2.2.5.	Microfibra Sintética Acrílica	31
2.2.5.1.	Características.....	32
2.2.5.2.	Usos recomendados	32
CAPÍTULO 3. MARCO EXPERIMENTAL		33
3.1.	Ensayo en los Agregados	33
3.1.1.	Análisis Granulométrico	33
3.1.2.	Contenido de humedad	35
3.1.3.	Peso Específico del Agregado	35
3.1.4.	Peso Unitario del Agregado.....	36
3.2.	Dosificación	37
3.2.1.	Diseño de Mezcla.....	37
3.3.	Ensayos	45
3.3.1.	Ensayo de Retracción Plástica	45
3.3.1.1.	Objetivo del Ensayo	45
3.3.1.2.	Equipos	46
3.3.1.3.	Procedimiento.....	50
3.3.1.4.	Resultados.....	52
3.3.2.	Ensayo de Concreto Fresco.....	53
3.3.2.1.	Contenido de Aire.....	53
3.3.2.2.	Peso Unitario del Concreto Fresco	55
3.3.2.3.	Asentamiento (Slump).....	56
3.3.2.4.	Temperatura.....	58
3.3.3.	Ensayo en Concreto Endurecido	59
3.3.3.1.	Compresión de probetas cilíndricas.....	59

3.3.3.2.	Tracción por compresión diametral	60
3.3.3.3.	Flexión de vigas normalizadas	61
CAPÍTULO 4. ANALISIS DE RESULTADOS		63
4.1.	Análisis de resultados de ensayos	63
4.1.1.	Resultados por Retracción Plástica.....	63
4.1.1.1.	Ratio de Reducción de Fisuras	63
4.1.2.	Resultados para Concreto Fresco.....	65
4.1.2.1.	Contenido de Aire.....	65
4.1.2.2.	Peso Unitario del Concreto.....	66
4.1.2.3.	Asentamiento (Slump).....	67
4.1.2.4.	Temperatura.....	69
4.1.3.	Resultados para Concreto Endurecido	69
4.1.3.1.	Compresión.....	69
4.1.3.2.	Tracción	71
4.1.3.3.	Flexión	73
4.2.	Comparativo de resultados del concreto normal y el concreto reforzado con fibras sintéticas.....	74
4.2.1.	Retracción Plástica.....	74
4.2.2.	Contenido de Aire	76
4.2.3.	Peso Unitario.....	77
4.2.4.	Asentamiento (Slump)	78
4.2.5.	Temperatura.	79
4.2.6.	Compresión.....	79
4.2.7.	Tracción	80
4.2.8.	Flexión	81
CAPÍTULO 5. ANÁLISIS ECONÓMICO		83

5.1. Análisis comparativo económico	83
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES	85
6.1. Conclusiones	85
CAPÍTULO 7. RECOMENDACIONES	89
7.1. Recomendaciones.....	89
CAPÍTULO 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
ANEXOS	98
ANEXO 1: Ficha técnica de la microfibras sintética de polipropileno Fibra Ultrafina de la marca CHEMA.	98
ANEXO 2: Ficha técnica de la microfibras sintética acrílica Drymix RC 4020 de la marca Sudamericana de fibras.	100
ANEXO 3: Método de prueba estándar para el análisis de tamices de agregados finos y gruesos (Agregado grueso) – ASTM C136.....	102
ANEXO 4: Método de prueba estándar para la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción de agregados gruesos – ASTM C127.	103
ANEXO 5: Método de prueba estándar para la densidad aparente (peso unitario) y los vacíos en el agregado (agregado grueso) – ASTM C29.....	104
ANEXO 6: Método de prueba estándar para el análisis de tamices de agregados finos y gruesos (agregado fino) – ASTM C136.	105
ANEXO 7: Método de prueba estándar para la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción de agregados finos – ASTM C128.	106
ANEXO 8: Método de prueba estándar para la densidad aparente (peso unitario) y los vacíos en el agregado (agregado fino) – ASTM C29.	107
ANEXO 9: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla de control 0% fibra.	108
ANEXO 10: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 25% microfibras acrílicas.	109

ANEXO 11: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 50% microfibra acrílica.	110
ANEXO 12: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 75% microfibra acrílica.	111
ANEXO 13: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 100% microfibra acrílica.	112
ANEXO 14: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 125% microfibra acrílica.	113
ANEXO 15: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 150% microfibra acrílica.	114
ANEXO 16: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 175% microfibra acrílica.	115
ANEXO 17: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 200% microfibra acrílica.	116
ANEXO 18: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 25% microfibra de polipropileno.....	117
ANEXO 19: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 50% microfibra de polipropileno.....	118
ANEXO 20: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 75% microfibra de polipropileno.....	119
ANEXO 21: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 100% microfibra de polipropileno.....	120
ANEXO 22: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 125% microfibra de polipropileno.....	121
ANEXO 23: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 150% microfibra de polipropileno.....	122
ANEXO 24: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 175% microfibra de polipropileno.....	123

ANEXO 25: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 200% microfibras de polipropileno.....	124
ANEXO 26: Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de hormigón – ASTM C39	125
ANEXO 27: Método de prueba estándar para la resistencia a la flexión del concreto (usando una viga simple con carga al tercio central) – ASTM C78.....	126
ANEXO 28: Método de prueba estándar para determinar la resistencia a la tracción de muestras cilíndricas de hormigón – ASTM C496.	127
ANEXO 29: Control de calidad del concreto fresco.....	128
ANEXO 30: Registro de datos de CRR para la microfibras sintéticas acrílicas.	129
ANEXO 31: Registro de datos de CRR para la microfibras sintéticas de polipropileno.	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contracción por secado de los concretos. Fuente: Mendoza, Aire y Dávila 2011	5
Tabla 2. Clasificación de las fisuras según su espesor. Fuente: Gallo 2006.....	14
Tabla 3. Propiedades de los tipos de fibras sintéticas. Fuente. ACI Committee 554.1R, 2009.....	21
Tabla 4. Análisis Granulométrico de Agregado Grueso.	34
Tabla 5. Análisis Granulométrico de Agregado Fino.	34
Tabla 6. Resultados de peso específico del Agregado Grueso.	36
Tabla 7. Resultados de peso específico del Agregado Fino.	36
Tabla 8. Resultados de peso unitario del Agregado Grueso.	36
Tabla 9. Resultados de peso unitario del Agregado Fino.	37
Tabla 10. Recomendación de Slump para diferentes tipos de construcciones. Fuente: ACI Committee 221R-96, 2001.....	38
Tabla 11. Tabla resumen de las características de los agregados.	38
Tabla 12. Cantidad de agua necesaria de acuerdo con el Slump y tamaño máximo nominal de los agregados. Fuente: ACI Committee 221R-96, 2001.....	39
Tabla 13. Cantidad de agua necesaria para el diseño de mezcla.	39
Tabla 14. Contenido de aire de acuerdo con el tamaño máximo nominal del agregado grueso. Fuente: ACI Committee 221R-96, 2001.	40
Tabla 15. Relación de agua y cemento de acuerdo con la resistencia. Fuente: ACI Committee 221R-96, 2001.....	40
Tabla 16. Determinación de la relación agua/cemento para el diseño de mezcla.	40
Tabla 17. Cálculo de la cantidad de cemento para el diseño de mezcla.	41
Tabla 18. Volúmenes absolutos del diseño de mezcla.....	41
Tabla 19. Combinación de agregados de acuerdo con la cantidad de bolsas de cemento por metro cúbico y Tamaño Máximo Nominal. Fuente: Rivva, 1992.	42
Tabla 20. Pesos de los agregados fino y grueso para el diseño de mezcla.	42
Tabla 21. Volúmenes absolutos finales para el diseño de mezcla.	43
Tabla 22. Diseño de mezcla en estado seco por metro cubico de concreto.	43
Tabla 23. Corrección de pesos de agregados fino y grueso por el porcentaje de humedad.....	43

Tabla 24. Corrección de la cantidad de agua por el porcentaje de humedad y absorción presente en los agregados fino y grueso.	44
Tabla 25. Diseño de mezcla en estado húmedo por metro cubico de concreto.	44
Tabla 26. Tabla de resultados del Ratio de Reducción de Fisuras.	53
Tabla 27. Tabla de resultados del Contenido de Aire del Concreto Fresco.....	55
Tabla 28. Tabla de resultados de Peso Unitario del Concreto Fresco.	56
Tabla 29. Tabla de resultados de Asentamiento (Slump) del Concreto Fresco.....	58
Tabla 30. Tabla de resultados de Temperatura del Concreto Fresco.....	59
Tabla 31. Tabla de resultados de Compresión de Probetas Cilíndricas.....	60
Tabla 32. Tabla de resultados del Ensayo de Tracción por Compresión Diametral..	61
Tabla 33. Tabla de resultados del Ensayo de Flexión en vigas.	62
Tabla 34. Tabla del análisis económico de las microfibras sintéticas.	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mecanismo de las fisuras por retracción plástica con la adición de fibras sintéticas. Fuente: Padron y Zollo 1990.....	6
Figura 2. Distribución de las fisuras por retracción plástica. Fuente: ACI Committee 224.1R 2008.....	15
Figura 3. Formación de enlaces de microfibra en la mezcla.	22
Figura 4. Interacción de fibras y matriz cementicia. Fuente: Voigt, Bui y Shah 2004	25
Figura 5. Escáner microscópico de fibras sintéticas después de aplicar cargas. Fuente: Bindiganavile y Banthia, 2001.....	26
Figura 6. Falla por arrancamiento de la microfibra sintética del concreto.	29
Figura 7. Microfibra sintética de polipropileno FIBRA ULTRAFINA.....	30
Figura 8. Microfibra sintética acrílica DRYMIX RC4020.	31
Figura 9. Curva granulométrica de agregado fino.	35
Figura 10. Elevación y planta del molde ensayo ASTM C1579-13. Fuente: ASTM C1579-13, 2013	46
Figura 11. Detalle de placa de restricciones y elevador de tensiones ASTM C1579-13. Fuente: ASTM C1579-13, 2013.	47
Figura 12. Placa estriada con molde de 35 cm por 59 cm.	47
Figura 13. Detalle de cámara de ambiente Tipo A ASTM C1579-13. Fuente: ASTM C1579-13, 2013.	48
Figura 14. Detalle de cámara de ambiente Tipo B ASTM C1579-13. Fuente: ASTM C1579-13, 2013.	49
Figura 15. Interior de cámara de ambiente para ensayo de retracción plástica.	50
Figura 16. Ensayo de concreto reforzado con microfibra sintética a las 24 horas. ...	51
Figura 17. Registro de ancho de fisura.	52
Figura 18. Cámara de aire vertical – Medidor Tipo B.....	54
Figura 19. Ensayo de Asentamiento según ASTM C143M – 15.....	57
Figura 20. Análisis comparativo del Ratio de Reducción de Fisuras.	64
Figura 21. Análisis comparativo del Contenido de Aire.	66
Figura 22. Análisis comparativo de Peso Unitario.	67
Figura 23. Análisis comparativo de Asentamiento (Slump).....	69

Figura 24. Análisis comparativo de Ensayo de Compresión.	71
Figura 25. Análisis comparativo de Ensayo de Tracción.	73
Figura 26. Análisis comparativo de Ensayo de Flexión.	74
Figura 27. Imagen de cúmulos de microfibras sintéticas en la matriz del concreto. .	76

INTRODUCCION

La retracción plástica es uno de los procesos más frecuentes que se desarrolla en el concreto y la búsqueda de materiales innovadores que puedan mitigar o controlar las consecuencias de dicho proceso es amplia. Una de las formas de controlar estas fisuraciones es mediante la adición de fibras sintéticas, que son elementos que ayudan a resistir los efectos de tracción ocurridos en el concreto a temprana edad. Estas fibras no solo ayudan al control de fisuramiento, también aportan permeabilidad y una mayor resistencia a la abrasión, así como un aumento en la resistencia del concreto mayormente a flexión. La presente tesis de investigación tiene por objetivo obtener las dosificaciones óptimas de la microfibras sintética de polipropileno CHEMA FIBRA ULTRAFINA y microfibras sintética acrílica Sudamericana de Fibras DRYMIX RC4020 para el control de la retracción plástica en el concreto. Los datos se obtuvieron de los ensayos de laboratorio del concreto en Estado Fresco, Endurecido y el ensayo de Retracción Plástica normado por el ASTM C1579-13.

En el primer capítulo, se realizará el planteamiento del problema de investigación, de la importancia de este problema y cuál es nuestro objetivo principal de la tesis, el cual será respaldado por los objetivos secundarios y se verá reflejado en el aporte de nuestra investigación.

El segundo capítulo, se desarrollará el marco teórico de la tesis de investigación, se comenzará por definir e identificar el proceso de retracción plástica y las consecuencias en el concreto. Aunque durante años se consideraba a las fisuras como consecuencias estéticas de la retracción plástica eso ya no es del todo cierto, debido a que las fisuras causadas por este proceso puede ser un pase a problemas más significativos. Por lo anterior ya descrito será necesario implementar la definición y proceso por el cual se da las fisuras por retracción plástica. Además, se describirá las características y propiedades de las microfibras de polipropileno y acrílica, para lo cual se realizará un enfoque desde la disponibilidad de las fibras en el mercado nacional. Como resultado de dicho capítulo se tendrá la microfibras sintética de polipropileno y acrílica que será ensayada.

En el capítulo tres se definen y diseñan las mezclas de concreto para elaborar los especímenes que se ensayarán según las diversas pruebas de laboratorio normalizados, los cuales son:

Estado Fresco; contenido de aire, peso unitario del concreto fresco, asentamiento y temperatura.

Estado Endurecido; compresión de probetas cilíndricas, tracción por compresión diametral y flexión.

Retracción Plástica; con paneles normalizados por el ASTM C1579-13.

Esto se llevará a cabo para la recolección de data sobre la variación de las propiedades fundamentales del concreto. Dichos resultados serán presentados de forma adecuada en el capítulo número tres.

En el capítulo cuatro, se realizará el procesamiento de los resultados obtenidos anteriormente y será en este capítulo que se evaluará los datos tanto en estado fresco, endurecido y de retracción plástica.

En el capítulo cinco se realizará el análisis económico de la aplicación de las fibras sintéticas de polipropileno y acrílica para tener un mejor resultado de retracción plástica.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones que fueron fruto de la investigación, así como la bibliografía consultada y algunos anexos que se consideraron importantes.

CAPÍTULO 1.

GENERALIDADES

El presente capítulo busca iniciar el entendimiento de la investigación referente a la retracción plástica del concreto y delimitar la problemática que da origen a esta investigación. Asimismo, se indicará los propósitos que se desea lograr e hipótesis planteadas que será verificado a través de ensayos estandarizados del concreto.

1.1. Antecedentes

Desde hace muchos años se realizó la investigación sobre métodos innovadores para poder solucionar o mitigar las diversas patologías que sufre el concreto y se elaboraron una infinidad de estudios sobre el tema. La retracción plástica es un fenómeno que se da en el concreto desde el momento que se encuentra en el encofrado hasta antes del endurecimiento del concreto y que se presenta en todas las mezclas. Son muchas las investigaciones que se llevaron a cabo para evaluar y encontrar la manera de mitigar la retracción plástica y por consiguiente su principal consecuencia que son las fisuras por retracción plástica. Muchas soluciones se plantearon, desde los cambios en los procesos constructivos, aditivos, mallas electrosoldadas, adiciones, entre otros. A pesar de ello, se obtuvo después de muchos estudios e investigaciones, que la adición de fibras sintéticas a la mezcla del concreto generaba la reducción de las fisuras e incidencia en otras propiedades. Al ser un concepto muy innovador en los materiales de construcción se han realizado más investigaciones con respecto a cómo esta adición interactúa con el concreto.

La gran mayoría de las investigaciones se enfocan en el estudio de la manera en que la inclusión de las fibras sintéticas afecta las propiedades mecánicas y físicas del concreto. Como resultado de estas se puede observar que habrá ligeros incrementos, reducciones e inclusive no habrá cambios en algunas propiedades dependiendo de la cantidad y del tipo de fibra que se le adicione. El ACI Comité 224R (2008) indica que la retracción es un proceso del concreto que presenta un alto grado de incertidumbre en su predicción, debido a que este proceso está en función de varios factores, tales como: la geometría de la probeta, el estado de los agregados, la humedad relativa que presenta el ambiente, el área expuesta al medio ambiente,

entre otros. Al ser un evento difícil de predecir, la retracción plástica tiene que ser tomado con una variación de entre 15 a 20 % (ACI Comité 224R, 2008).

Por otro lado, se han investigado varias opciones de adiciones, aditivos y cementos que pueden servir para disminuir el efecto de la retracción plástica y asimismo controlar este proceso. Entre estas opciones se tiene el concreto expansivo, el ACI Committee 223R (2010) menciona en un reporte la compensación de la retracción mediante el uso del cemento expansivo, dicho cemento es la unión del cemento Portland con componentes expansivos que al entrar en contacto con el agua presentan aumento de volumen de un grado mayor que la pasta del Portland, al tener este comportamiento la pasta induce esfuerzos de compresión que compensan los esfuerzos generados por el proceso de retracción plástica. Además, del uso de cemento expansivo como una medida de amortiguar y disminuir el efecto de retracción, se encontró que la adición de fibras en el concreto tiene como resultado la atenuación del efecto de retracción en el mismo. Muchos investigadores, tales como Johnston (2001) mencionan que el comportamiento de la fibra en el concreto es el de un puente de tensiones que transmite las cargas a las cuales es sometido el compuesto, es por ello, que la orientación de las fibras perpendiculares al plano de rotura es de gran influencia. En el momento en el cual se esté desarrollando en el concreto las tensiones a causa de la retracción plástica las fibras transmitirán los esfuerzos generados y se compensará de forma que se pueden mitigar las consecuencias de la retracción plástica.

Otro aspecto importante que se encontró en algunas investigaciones es sobre la variabilidad que implica el agregado en la mezcla. Si la cantidad de fibra dosificada se incrementa se observará la reducción de la trabajabilidad de la mezcla; no obstante, la resistencia por impacto del concreto presentará incrementos altos, pero se observará que las fibras reducirán de manera importante el cambio volumétrico por retracción plástica, lo cual cumple las expectativas del resultado de esta adicción, (Mendoza, Aire y Dávila, 2011). Aunque se puede encontrar variaciones de la manera en que se comportara el concreto con las fibras el autor propone en su investigación que mucho dependerá de las proporciones que se utilice y de las condiciones en las que se encuentren los agregados. Si se compara la reacción a la retracción plástica de dos muestras con la misma cantidad de fibras sintéticas, pero

con diferentes tamaños máximos de agregado grueso y diferentes condiciones del agregado suelto, la variación será de 40%, como se observa en la Tabla 1, ya que su cálculo será influenciado por el estado de los agregados gruesos y finos, (Mendoza *et. al.*, 2011).

CONTRACCIÓN POR SECADO DE LOS CONCRETOS			
Identificación	Grava	Arena	Contracción por secado *10⁻⁶
M4 (5kg de fibra/m ³)	3/8"	Sin Lavar	558
M8 (5kg de fibra/m ³)	3/4"	Lavada	466

Tabla 1. Contracción por secado de los concretos. Fuente: Mendoza, Aire y Dávila 2011

Por otro lado, la forma de dosificación de las fibras sintéticas influirá mucho en cómo estas van a terminar trabajando dentro del concreto. La mayoría de las empresas que ofrecen dicho producto recomiendan que sea vaciado en el mixer y se rote de tres a cinco minutos para que su distribución sea lo más pareja posible. Uno de los problemas más comunes de la dosificación de la fibra será que este no se distribuya bien en la mezcla y se formen nidos de fibras que posteriormente nos generaran más problemas en el concreto y nuestro refuerzo, para ello es recomendable lanzar las fibras de forma separada después de haber colocado el agregado grueso y fino en una mezcla in situ (Cadima y Aguirre, 2010). Si se obtiene la óptima distribución de las fibras en la mezcla de concreto podremos obtener mejores resultados y beneficios de estas en el comportamiento en estado fresco y endurecido del concreto. Según esta investigación, la mitigación de la retracción plástica se incrementará significativamente, esto repercutirá en la durabilidad, al igual que el módulo de rotura, que se verá reflejado en la posibilidad de la reducción de los espesores para una losa de pavimento (Cadima y Aguirre, 2010).

Una de las propiedades que sobresale de las fibras sintéticas por encima de las otras fibras comerciales, tales como las de acero, carbono o vidrio, es la forma que puede tener está y la buena adherencia entre mezcla – fibra que se puede obtener. El bajo módulo de elasticidad y el alto grado de elongación que tiene estas fibras serán

vitales para el incremento de algunas propiedades del concreto fresco, tales como la reducción de la exudación y el desarrollo de las fisuras por retracción plástica, ya que permite que las fibras se movilen y actúen de mejor forma en la mezcla, (Portella, 2005). Dichas características inherentes a la fibra otorgan al concreto la capacidad de deformación, que es proporcional a la capacidad de deformación de las mismas. El Comité del ACI Committee 224R (2008) indica que el un valor aproximado de deformación total por retracción del concreto está en un valor de 600×10^{-6} y este solo tiene un valor aproximado de 150×10^{-6} de capacidad de formación, por lo cual es inminente que se desarrolle consecuencias por la retracción plástica. Entonces si se tiene en consideración que la capacidad de la deformación y la deformación a la que está expuesta el concreto es necesario enfocar la búsqueda de adiciones con capacidad de aumentar esta capacidad, una adición que cumple con ello es la fibra sintética. Al agregar las fibras en la mezcla esta obtendrá una mayor capacidad de deformación con la capacidad del concreto en poder absorber estos cambios de volumen dados por la retracción plástica, dicho proceso se podrá observar en la Figura 1, este será el mecanismo que desarrollan las fibras sintéticas y el concreto para la mitigación del efecto de la retracción plástica, (Padron y Zollo, 1990). Aunque no es un tema de mucha investigación por la dimensión de cada fibra, sus propiedades propias del material es la causante de la reducción de la retracción plástica.

Figura 1. Mecanismo de las fisuras por retracción plástica con la adición de fibras sintéticas. Fuente: Padron y Zollo 1990

1.2. Problemática

La retracción plástica en el concreto es un proceso en el cual hay una pérdida de agua desde su estado fresco hasta el endurecido, donde la tasa de evaporación del agua es mayor a la tasa de exudación y provoca esfuerzos en los poros capilares del concreto. Esto tendrá como consecuencia el cambio volumétrico del elemento y la generación de tensiones que provocaran fisuras pudiendo dar pie al desarrollo de otras patologías de mayor gravedad. Ruiz, López y Martínez (2005) señalan que las fisuras provocadas en el estado fresco del concreto pueden ocasionar más adelante otras patologías debido a la necesidad actual del uso de concretos con relación agua/cemento bajo y de cementos de mayor finura por adiciones de materiales cementicios muy finos. Además, las condiciones ambientales extremas causan la rápida evaporación del agua de la superficie expuesta por lo cual se generan tensiones internas antes que el concreto haya logrado alcanzar la resistencia a la tracción suficiente para contrarrestar estos esfuerzos (Mendoza, Aire y Davila, 2011). Este tipo de proceso tiene más impacto en aquellos elementos horizontales debido a que tienen una mayor área de exposición al medio ambiente y serán los factores medioambientales actores importantes para el cambio volumétrico a edades tempranas de los elementos restringidos de movimiento como losas. Adicionalmente, las estructuras que se diseñan y construyen en la actualidad han variado Ruiz, López y Martínez (2005) observan que los espesores y dimensiones de los elementos estructurales eran de mayor tamaño; en cambio, en los últimos años los elementos son más esbeltos, delgados y son expuestos a las mismas cargas, por consiguiente las fisuras por retracción plástica aumentan en anchura, profundidad y longitud al momento de ser cargado la estructura. Adicionalmente a las fisuras ocasionadas por el proceso de retracción plástica al momento de la exudación se forma una película de agua en la superficie que da como resultado una relación de agua/cemento superficial mayor y de resistencia mecánica baja, lo cual provoca que se genere una superficie frágil y propensa al desgaste y erosión (Ruiz, López y Martínez, 2005). La retracción plástica no es un proceso que se pueda neutralizar en su totalidad, pero puede controlarse y mitigar sus efectos en el concreto. Una solución para disminuir los efectos de la retracción plástica en el concreto es la adición de elementos fibrosos como las fibras sintéticas; sin embargo,

hay una gran variedad de productos en el mercado peruano que nos ofrecen diferentes dosificaciones por metro cubico por cada fabricante. En consecuencia, es necesario evaluar cuál es la dosificación de fibras a incorporar en el concreto para obtener el resultado de control de las fisuras por el efecto de la retracción plástica óptimo que se desea y como mencionan Cadima y Aguirre (2010) evitar con esto afectar la trabajabilidad de la mezcla y la resistencia del elemento. Por lo cual, mediante el ensayo indicado en la norma ASTM C1579 se puede realizar las pruebas para un concreto con microfibras sintéticas comerciales en el mercado peruano para verificar el control del fisuramiento por retracción plástica.

1.3. Importancia

La importancia de controlar la retracción plástica en los elementos horizontales, mediante la utilización de dosificaciones óptimas de las microfibras sintéticas de polipropileno y acrílica, es observar la variación en cantidad y magnitud de las fisuras que se desarrollan por este efecto. Asimismo, como esta adición afectará en las propiedades y comportamiento del concreto; y conocer la variación económica que representa el uso de una u otra fibra.

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivos Generales

Determinar la dosificación óptima de dos microfibras sintéticas comerciales en el mercado peruano que son la Drymix RC4020 y Fibra Ultrafina mediante el uso de paneles normados según la ASTM C1579-13 con el fin de lograr la mitigación de la retracción plástica del concreto y verificar su comportamiento tanto en su estado fresco y endurecido.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Definir el proceso de retracción plástica y el efecto de la adición de microfibras sintéticas en el concreto.
- Describir el ensayo de retracción plástica mediante paneles normados por el ASTM C1579-13.

- Aplicar el ensayo de retracción plástica mediante paneles normados por el ASTM C1579-13 con diferentes dosificaciones de dos microfibras sintéticas comerciales del Perú.
- Analizar la información recopilada de los ensayos entre un concreto de control y concretos con adiciones de microfibra sintética de polipropileno y acrílica en estado fresco y endurecido.
- Establecer la dosificación óptima para el control de la retracción plástica con la adición de las microfibras sintéticas Drymix RC420 y FibraUltrafina.

1.5. Hipótesis

Una mayor dosificación de microfibras sintéticas que la recomendada por los fabricantes genera un mejor control de la retracción plástica del concreto y a la vez mejora sus propiedades en estado fresco y endurecido.

1.6. Metodología de la Investigación

La metodología es del tipo experimental. Se realizarán ensayos de laboratorios al concreto como peso unitario, contenido de aire, Slump y temperatura para el estado fresco; de resistencia a la compresión, tracción y flexión para el estado endurecido y el ensayo de retracción plástica mediante el uso de paneles normalizados a especímenes y probetas de concreto, a los cuales se les será adicionado ocho dosificaciones de un 25.00%, 50.00%, 75.00%, 100.00%, 125.00%, 150.00%, 175.00% y 200.00% teniendo como punto de partida la dosificación recomendada por el fabricante de microfibra sintética de polipropileno y acrílica que corresponde al 100.00%.

1.7. Aporte de la Investigación

- Definir el porcentaje óptimo de microfibra sintética de polipropileno y acrílica para el control y prevención de fisuraciones por retracción plástica del concreto mediante el uso de microfibras sintéticas.
- Elaborar tablas comparativas del porcentaje de dosificación y tipo de microfibra sintética, donde se observará la variación del comportamiento y las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.

- Realizar un análisis económico comparativo del uso de las dosificaciones de las microfibras sintéticas de polipropileno y acrílica disponibles en el mercado peruano.

CAPÍTULO 2.

MARCO TEORICO

El presente capítulo desarrollará los sustentos teóricos y conceptuales base para entender que es la retracción plástica y sus consecuencias para el concreto. Se indicarán las medidas de control que se utilizan durante el proceso constructivo y ahondaremos en mayor detalle en el uso de las fibras sintéticas. Asimismo, se indicarán algunas fibras disponibles en el mercado peruano y se describirán las propiedades de las microfibras sintéticas en el concreto para luego hacer mención en dos tipos de microfibras sintéticas que son las que serán utilizadas en la presente investigación, las cuales son las microfibras sintéticas de polipropileno con la marca Fibra Ultrafina de la marca CHEMA y las microfibras sintéticas acrílicas Drymix RC 4020 de la marca Sudamericana de Fibras.

2.1. Retracción Plástica

2.1.1. Definición y desarrollo

La retracción es un proceso que puede originarse a partir de una variedad de factores y se desarrolla en todos los concretos. El ACI Committee 209R (2008) define la retracción de la siguiente manera:

La contracción, es la disminución del volumen de concreto en el tiempo. La disminución es señal de cambios en el contenido de humedad del concreto y de los cambios físico- químicos, lo cual ocurre sin el aporte de las tensiones ocasionadas por las acciones externas al concreto. (p. 3)

Como se menciona líneas arriba el fenómeno de la retracción es representado por la variación volumétrica del concreto y que está sujeto a la humedad, los cambios físico-químicos que se originen en la mezcla y el entorno a la cual este sometida la misma. Asimismo, este proceso se lleva a cabo a largo de un periodo de tiempo y será diferente de acuerdo al comportamiento del concreto desde edades tempranas hasta llegar a su resistencia máxima e incluso después de ser sometidos a esfuerzos. Una etapa de la retracción que se origina es la retracción plástica y el ACI Committee 305R-10 (2010) la define de la siguiente forma:

Ocurre en la cara expuesta del concreto, principalmente en losas, pero también en vigas y contrapasos y puede desarrollar en climas donde el ratio

de evaporación es mayor al ratio de agua ascendente en la superficie del concreto recién vertido por exudación. (p. 4)

La retracción plástica es el proceso por el cual el concreto ve alterado su volumen llegando a contraerse debido a una pérdida de agua por evaporación; en consecuencia, este efecto generará tensiones que se verán reflejadas en fisuras internas o externas que, en su mayoría, no presentan un problema estructural, pero sin un control adecuado de este dan inicio a una serie de futuros problemas de mayor consideración que podrían generar daños estructurales. De acuerdo a lo mencionado líneas arriba el ACI Committee 224.1R (2008) menciona que las grietas por retracción plástica pueden en un inicio ser poco profundas, pero con el paso del tiempo pueden convertirse en grietas de profundidad total. Como el mismo nombre indica, la retracción plástica es un proceso que se desarrolla desde su vaciado hasta antes del endurecimiento (ACI, 2013).

Dentro de la retracción plástica se puede diferenciar cuatro fases las cuales son el asentamiento plástico, la retracción plástica primaria, la retracción autógena y la retracción plástica secundaria (Wang, Shan y Phuaksuk, 2001). El periodo en el que se desarrolla cada fase y la magnitud con respecto al resultado final es diverso. A continuación, se explicará con más detalles cada una de estas fases.

- Asentamiento Plástico: Después de la colocación del concreto las partículas sólidas se asientan y el agua sube a la superficie formando una capa ligera que es comúnmente llamada película.
- Retracción plástica primaria: Este tipo de retracción se desarrolla antes y durante el fraguado del concreto. Ocurre cuando el agua superficial se empieza a evaporar, posteriormente, si la tasa de evaporación supera a la de exudación, origina presiones en los poros capilares que se reflejara en la retracción del concreto.
- Retracción autógena: El ACI Committee 209.1R (2005) define la retracción autógena como los esfuerzos de tracción que se originan a partir de la ausencia de humedad en el momento de hidratación dentro de la matriz de cemento, su influencia es mayor a causa de la demanda de concreto de alta resistencia y relaciones de agua y cemento menores a 0.40.

- Retracción plástica secundaria: Esta etapa se desarrolla durante el inicio del endurecimiento del concreto y en cuanto el concreto gane resistencia el efecto de retracción cesara hasta ser nula.

En los últimos años, la patología de la retracción plástica ha incrementado y la presencia de algunas de estas son consideradas normales. Ruiz, López y Martínez (2005) asocian el aumento del proceso de retracción plástica con tasas bajas de exudación, aumento de la retracción autógena, incremento de las presiones capilares por la alta cantidad de material cementicio fino y el diseño con bajas relaciones agua/cemento.

2.1.2. Consecuencias en el concreto

La principal consecuencia que se origina en el concreto son las fisuras. Estas fisuras por retracción plástica son quiebres que se generan en el concreto desde el vaciado del elemento hasta su endurecimiento. Se presenta principalmente en elementos horizontales como losas con dimensiones de pocos centímetros llegando a 1.5 a 2.0 m de longitud y con profundidades de 2 a 3 cm (Becker, s.f).

Estas fisuras no comprenden mucho daño estructural; sin embargo, las fisuras son desencadenantes a otras patologías debido a que da un ingreso a elementos agresivos por estas ranuras reduciendo la durabilidad, incluso afectando estructuralmente el elemento.

De igual manera las fisuras se pueden clasificar según su espesor y esto puede determinar el grado de impacto que tuvo en el elemento de concreto En la Tabla 2 se presenta la clasificación de las fisuras tomando como criterio de clasificación el espesor.

Item	Clasificación	Descripción
1	Micro fisuras: $e < 0.05$ mm	En general carecen de importancia.
2	Fisuras: $0.1 < e < 0.2$ mm	En general son poco peligrosas, salvo en ambientes agresivos, en los que pueden favorecer la corrosión.
3	Macro fisuras: $0.2 < e < 0.4$ mm	Estas son las fisuraciones que pueden tener repercusiones estructurales de importancia.
4	Grietas: $0.4 < e < 1.00$ mm	Existe reducción en la capacidad sismo resistente. Debe desocuparse el edificio, proceder a una rehabilitación temporal.
5	Fractura: $1.00 < e < 5.00$ mm	Existe una reducción importante en la capacidad sismo resistente. Deberá procederse a una evaluación definitiva urgente, para determinar si se procede a la demolición.
6	Dislocación: $e > 5$ mm	

Tabla 2. Clasificación de las fisuras según su espesor. Fuente: Gallo 2006

2.1.2.1. Fisuras por retracción plástica.

2.1.2.1.1. Definición y desarrollo de las fisuras por retracción plástica.

El proceso por el cual se desarrolla las fisuras por retracción plástica es cuando la humedad superficial del concreto recién colocado no es repuesto por el agua del proceso de exudación, adicionalmente, la parte superficial está restringida por la matriz de concreto inferior lo cual genera mayores tensiones en la superficie que tiene como resultado las grietas (ACI Committee 224.1R, 2008). Estas ocurren en el concreto desde su estado fresco hasta su estado endurecido con una mayor incidencia en elementos horizontales como losas, ya que están propensas a los factores del ambiente, como el sol y el viento, lo que afecta directamente en el concreto debido a su amplia extensión sin cubierta haciendo que se contraiga, expanda y erosione ocasionando así las fisuras. De igual manera una baja humedad relativa del lugar de trabajo aumenta las condiciones de fisuramiento en el concreto y hacen más propicias su aparición.

El proceso de retracción plástica puede generar unas fisuras que mayormente son de poca profundidad y no siguen un mismo patrón, su formación es aleatorio y paralelas entre sí como se puede observar en la Figura 2, las dimensiones de estas grietas pueden llegar a ser de hasta 3 mm de ancho, en cuanto a la longitud pueden ir de unos pocos centímetros hasta 3 metros (ACI Committee 224.1R, 2008). Las fisuras que se originan a partir del proceso de retracción plástica en situación de condiciones extremas pueden llegar a ser de 3 mm, pero usualmente se presentan hasta grietas de 1.00 mm y es más recurrente de tamaños menores. Según la clasificación de la Tabla 2 las fisuras originadas por la retracción plástica son con mayor presencia las microfisuras, fisuras, macrofisuras y extemporáneamente grietas.

Figura 2. Distribución de las fisuras por retracción plástica. Fuente: ACI Committee 224.1R 2008

Cualquier método de reducción del agua de exudación en la mezcla de concreto lo hace más propenso a sufrir fisuración. Entre estos tenemos: mezclas con alto contenido de materiales cementantes, alto contenido de finos, contenido reducido de agua, aire incorporado, elevada temperatura de concreto. Además, el retraso del fraguado también conlleva a la aparición de fisuras, estos pueden ser debido a tiempo frío, subbases frías, alto contenido de agua, bajos contenidos de cemento, aditivos retardadores de fraguado, reductores de agua y adiciones de material cementante (NRMCA, s.f.).

2.1.2.1.2. Consecuencias de las fisuraciones en el concreto

Este tipo de fisuras son principalmente del tipo estético por lo que su consecuencia estructural no es directa, pero pueden llegar a profundidades de mitad

o más del espesor de la losa lo que genera una exposición del acero a agentes agresivos que dan origen a otras patologías como:

- **Corrosión del Acero:** Ocasionada a partir de un contacto del acero de refuerzo con agentes corrosivos como los cloruros y el agua, además de sufrir corrosión por carbonatación del concreto.
- **Fisuras o grietas por hielo y deshielo:** Presentes en zonas altas, las fisuras hacen más propensas a que el agua ingrese al concreto y sin una adecuada dosificación con un aditivo incorporador de aire, el efecto hielo y deshielo generará fuerzas en el concreto aumentando las fisuras internas provocando su falla o inhabilitación.
- **Durabilidad de acabados:** Las fisuras generan debilitamiento del recubrimiento de la losa por lo que lo hace más propenso a descascaramiento.

2.1.3. Control de Retracción Plástica

Las fisuraciones no pueden evitarse completamente, pero si pueden ser mitigadas y se puede disminuir su presencia y sus dimensiones en el concreto a partir de manejo del entorno, practicas constructivas, inclusión de aditivos o adiciones a la mezcla entre otros.

Entre estas tenemos:

- **Por Condiciones Naturales**
 - Levantar barreras contra el viento para reducir su velocidad.
 - Colocar barreras solares para controlar la temperatura de la losa.
 - Mejor planificación de vaciados.
- **Con Prácticas en Obra**
 - Para condiciones donde el clima sea muy cálido, se puede utilizar aspersores para evitar el secado rápido del agua superficial de la losa de concreto.
 - Cuando se coloque el concreto en subbases secas y absorbentes, humedecerlas antes de realizar el vaciado.
 - Esparcir un retardante de evaporación sobre la superficie.

- Por Personal
 - Utilizar personal adecuado para el vaciado y terminado de la losa, que realicen un correcto y oportuno curado y protección del elemento tales como la colocación de mantas húmedas o láminas de polietileno para retener la humedad.
- Por Adiciones
 - Utilizar las fibras sintéticas para resistir las fisuras por retracción plástica (ACI Committee 544.1R, 2009).
 - Uso de cemento expansivo para contrarrestar los esfuerzos de tracción (ACI Committee 223R, 2010)

2.2. Fibras Sintéticas

2.2.1. Definición

El uso de las fibras en el mundo de la construcción es cada vez más recurrente y su alta variedad y funcionalidad hacen de esta una adición con aportes significativos a las mezclas de concreto. Al mencionar la variedad en las fibras podemos deducir que no existe un solo tipo de fibra. John Oré¹, indica que las fibras, cumpliendo la normativa ASTM C1116M - 10^a (2010), se dividen en dos grandes grupos: Por su material (sintético, metálico, de vidrio o naturales) y por su funcionalidad, geometría y dosificación (microfibras y macrofibras) (“Elementos de Refuerzo”, 2013).

Las fibras sintéticas presentan una ventaja sobre las fibras de acero debido a que tiene un menor peso y no presentan corrosión cuando el concreto está expuesto a agentes agresivos como sulfatos o cloruros; sin embargo, es susceptible a sufrir degradación frente a la exposición a los rayos ultravioleta (UV), vitrificación bajo una temperatura de -20°C y pierde propiedades mecánicas a temperaturas por sobre los 50°C, además se tiene un ahorro en costos, tratamientos, almacenamientos, transporte, manejo, residuos por rebote en la aplicación de shotcrete reduce hasta un 30% en las fibras sintéticas, dosificación que tiene un alto margen de diferencia

¹ Jefe de Negocios Minería de Sika Perú

con las fibras metálicas porque es necesario un aproximado de 15-30 kg por metro cubico mientras que de las fibras sintéticas un aproximado de 900 gr/m³, asimismo, hay una reducción de la huella de carbono entre 50 – 70% menos que la generada por el acero (“Elementos de Refuerzo”, 2013).

Además de las diferencias y ventajas que presenta la fibra sintética en comparación a la fibra metálica no se puede comparar el campo de aplicación y desempeño. Las fibras metálicas otorgan mayores valores de resistencia, abrasión y desgaste, características que no se logra con las fibras sintéticas. Será criterio del ingeniero proyectista la aplicación que le dará a cada una de estas fibras. Otra ventaja del uso de las fibras es su utilización en obra es que pueden reemplazar la malla electrosoldada en pisos y concreto lanzado para soportar los esfuerzos generados por la retracción y la temperatura (Majoral, Berge y Ribeiro, 2012).

En la presente tesis nos enfocaremos en el estudio y uso de las fibras sintéticas. Las fibras sintéticas son compuestos que se agregan al concreto a fin de mejorar las propiedades de este según los requerimientos que se desee. Generalmente, las propiedades donde se hacen más notorias su variación positiva son en: la resistencia a flexotensión y el control de la fisuración. Estas fibras son creadas a partir de polímeros termoplásticos como las poliolefinas (polipropileno y polietileno), la poliamida (nylon) y el poliéster. El ACI Committe 554.1R (2009) considera dentro de la denominación de fibras sintéticas las fibras de composición acrílica, aramida, carbón, nylon, poliéster, polietileno y polipropileno. A continuación, se desarrollará cada uno de estos tipos de fibras sintéticas:

- Acrílica: Hecho de un 85% de acrilonitrilo. Fibra acrílica utilizada generalmente para industria textil posee una resistencia a la tracción de 207 a 1000 MPa; la utilizada para la industria de la construcción posee una resistencia a la tracción de aproximadamente 1000 MPa como se puede observar en la Tabla 3.
- Aramida: Hecho de material polimérico. Aumenta considerablemente las propiedades del concreto debido a la alta resistencia a la tracción y módulo de tracción que se puede observar en la Tabla 3; sin embargo, su alto costo

no lo hace muy comercial. Es 2.5 veces más resistente que la fibra de vidrio y 5 veces más resistente que las fibras de acero por unidad de peso.

- Carbón: Tienen como propiedades resaltantes las altas resistencias a la tracción, rigidez y módulo de elasticidad como se puede observar en la Tabla 3. Tienen un mayor costo en comparación a la Aramida y un menor desarrollo comercial. Su producción es típicamente en hebras con una composición de hasta 12000 filamentos individuales.
- Nylon: Fibra muy utilizada en la industria textil, artículos para el hogar, etc. Solo se comercializa dos tipos de nylon como adición para el concreto, el nylon 6 y el nylon 66. Es un material hidrófilo por lo que no absorbe el agua; por lo cual no presenta problema en la relación agua – cemento, otra propiedad que resalta de las fibras de nylon es la dureza, tenacidad y recuperación elástica como se indica en la Tabla 3.
- Poliéster: Las fibras de poliéster para la industria de la construcción pertenecen al grupo de las termoplásticas, quiere decir que sus características físicas y químicas dependen de las técnicas de manufactura. En la Tabla 3 se presenta la producción a base de gránulos altamente cristalinos que posteriormente se convierten en filamentos, este tiene propiedades de ser hidrofóbico por lo que no absorbe agua y no causa cambios en la relación agua – cemento. No existe un consenso para su uso.
- Polietileno: Se produce en monofilamentos con deformaciones superficiales estriadas para mejorar la unión mecánica del cemento y morteros. Es de fácil dispersión en el concreto.
- Polipropileno: El polipropileno tiene origen en hidrocarburos sintéticos que han pasado por un proceso de extrusión², en dicho proceso se realiza el estiramiento del material en caliente por medio de un molde (Gonzales, 2010). Las fibras de polipropileno se dividen en dos tipos según su forma: las monofilamentadas y las fibriladas. Las fibras de polipropileno monofilamentadas se dan a través de un proceso de extrusión en la que el

² tr. Tecnol. Dar forma a una masa metálica, plástica, etc., haciéndola salir por una abertura especialmente dispuesta. Fuente: Real Academia Española

material es estirado a través de un molde de sección circular, generando un solo filamento. Las fibras de polipropileno fibriladas pasan por el proceso de extrusión donde el molde es de sección rectangular formando láminas de polipropileno las cuales se unen con otras formando una sola fibra fibrilada que se separa durante la interacción con el agregado. El polipropileno es un material hidrófobo, por lo que no absorbe agua. Su adhesión al concreto no es por interacciones químicas, sino por interacciones mecánicas. (Fuente: ACI Committee 544.1R, 2009). Se puede observar sus propiedades en la Tabla 3.

Tipo de Fibra	Diámetro Equivalente mm.	Gravedad Específica	Resistencia la Tracción, Mpa.	Módulo de elasticidad, Mpa x10⁻³	Porcentaje de elongación	Temperatura de ignición, C	Fundición, oxidación o temperatura de descomposición, C	Absorción, porcentaje de peso
Acrílica	0.013-.104	1.16-1.18	269-1000	14-19	7.5-50.0	-	221-235	1.0-2.5
Aramida	0.012	1.44	2930	62	4.4	Alto	482	4.3
Carbón	0.01-0.013	1.6-1.7	483-793	28-34	2.0-2.4	Alto	400	3-7
Nylon	0.023	1.14	965	5	20	-	200-221	2.8-5.0
Poliéster	0.02	1.34-1.39	228-1103	17	12-150	593	257	0.4
Polietileno	0.025-1.016	0.92-0.96	76-586	5	Mar-80	-	134	No aplica
Polipropileno	-	0.90-0.91	138-690	3-5	15	593	166	No aplica

Tabla 3. Propiedades de los tipos de fibras sintéticas. Fuente. ACI Committee 554.1R, 2009

Por otro lado, si se clasifica las fibras según la geometría podremos encontrar que muchos autores hacen referencia a dos grupos, las microfibras y las macrofibras. La diferencia de estas se encuentra en la longitud de las fibras y en consecuencia se presentan diferencias en la forma de trabajar de cada fibra en el concreto. John Oré indica que las microfibras son únicamente para evitar la fisuración del concreto y retracción plástica (“Elementos de Refuerzo”, 2013) debido a que al ser de menores dimensiones generan muchos enlaces de poco tamaño para poder soportar únicamente tensiones de la magnitud de las fisuraciones por retracción plástica como se puede observar en la Figura 3. Por otra parte, las macro fibras aparte de aportar en la mitigación de fisuras por retracción plástica también aportan propiedades como refuerzo secundario. Sin embargo, dicha clasificación de las fibras no solo hace referencia a la longitud de a fibra sino al diámetro de estas. En la Revista Constructivo mencionan que fibras de un diámetro menos a 0.05 mm es denominada microfibra y diámetros de entre 0.05 y 2 mm es una macrofibra (“Elementos de Refuerzo”, 2013). Como se menciona líneas arriba la clasificación de las fibras en micro y macro está en función de la longitud y el diámetro.

Figura 3. Formación de enlaces de microfibra en la mezcla.

2.2.2. Fibras Sintéticas existentes en el mercado peruano

2.2.2.1. Macrofibras sintéticas

- QSI Química Suiza Industrial:
 - TUF STRAND SF
 - Material: Polipropileno / polietileno
 - Longitud de Fibra: 50 mm
- Sika:
 - SIKA FIBER FORCE PP-65
 - Material: Polipropileno
 - Longitud de Fibra: 65 mm
- Z Aditivos:
 - FIBRA Z POLIPROPILENO
 - Material: Polipropileno
 - Longitud de Fibra: 50 – 56.25 mm

2.2.2.2. Microfibras sintéticas

- Chema:
 - CHEMA FIBRA ACRÍLICA
 - Material: Acrílico
 - Longitud de Fibra: 20 mm
 - CHEMA FIBRA ULTRAFINA
 - Material: Polipropileno
 - Longitud de Fibra: 12 - 19 mm
- AE Aditivos Especiales:
 - PER FIBER MIX
 - Material: Polipropileno
 - Longitud de Fibra: 12 - 19mm
- Fibermesh:
 - FIBERMESH 150
 - Material: Polipropileno
 - Longitud de Fibra: 6 a 19mm

- Sudamericana de Fibras:
 - DRYMIX RC4020
 - Material: Acrílico
 - Longitud de Fibra: 20mm
- Sika:
 - SIKAFIBER PE
 - Material: Polipropileno
 - Longitud de Fibra: 19 mm

2.2.3. Propiedades que otorga las microfibras sintéticas al concreto

El concreto es un compuesto que, al ser reforzado con fibras, puede adquirir propiedades que de forma aislada no presentaría. Las microfibras sintéticas reducen la retracción plástica del concreto; reduce además el agua de exudación debido a que las fibras bloquean los capilares del concreto que son los conductos donde el agua asciende hacia la superficie del concreto fresco. Asimismo, la adición de las microfibras actúa en la estructura interna como se puede observar en la Figura 4, la primera imagen nos muestra la distribución de solo el agregado con la fibra, donde hay gran presencia de vacíos; sin embargo, al ser este volumen ocupado por la matriz cementicia se generará un comportamiento diferente en la interacción de agregado y fibras (Voigt, Buh y Shah, 2004). La matriz envuelve las fibras y el agregado, dicho espesor de matriz puede ser medido en función del volumen total de la matriz entre el área superficial de las microfibras y el agregado.

Figura 4. Interacción de fibras y matriz cementicia. Fuente: Voigt, Bui y Shah 2004

Por otra parte, el comportamiento de la fibra dentro del concreto después de ser sometido a esfuerzos es un aspecto importante sobre cómo esta seguirá afectando al desempeño del elemento. Bindiganavile y Banthia (2001) menciona que las fibras sintéticas después de aplicarles cargas, observadas desde un escáner microscópico, tienen un comportamiento de fibrilación y en algunos casos la división longitudinal de la fibra. Según los resultados mostrado por el autor este tipo de comportamiento está en relación a la longitud de la fibra que actúa de puente de las tensiones, debido a que al momento de ser esforzados será la superficie de contacto la que desgaste, inclusive ofreciendo resistencia a la fricción antes del desprendimiento definitivo de las fibras de la matriz (Bindiganavile y Banthia, 2001). En la Figura 5 se tiene el resultado del escáner microscópico, donde las fibras sintéticas presentan pequeñas fibrillas en toda su longitud.

Figura 5. Escáner microscópico de fibras sintéticas después de aplicar cargas.

Fuente: Bindiganavile y Banthia, 2001

Otra ventaja es que aumenta la resistencia a la tensión y la capacidad de deformación por tracción del concreto fresco, dando como resultado una mejora en la resistencia a la fisuración por retracción plástica (Bayasi, 2002). Ruiz, López y Martínez (2005) indican que el concreto adopta propiedades de las microfibras al ser incluidas en su composición, tales como la manera de adherencia a la matriz, la capacidad de deformación de la fibra, entre otras, las cuales se desarrollaran a continuación.

- Capacidad de adherencia de la microfibra a la matriz del concreto: Esta propiedad aporta a la uniformidad del comportamiento del concreto, haciendo que las microfibras funcionen como un puente para la transmisión y distribución de los esfuerzos a través de todo el concreto (Ruiz, López y Martinez, 2005). Asimismo, el ACI Committee 544.1R (2009) menciona que en el momento que se origina la retracción plástica y se desarrollan los esfuerzos de tracción las microfibras sintéticas actúan como finos conductos

que transfieren el esfuerzo y logran reducir la cantidad y tamaño de las fisuras originadas por el proceso de retracción plástica como se puede observar en la Figura 3.

- Capacidad de deformación de la microfibras: El concreto posee una cantidad de absorción de deformación limitada que se da desde su vaciado y durante su vida útil; sin embargo, bajo la adición de las microfibras, las cuales poseen una deformación más alta, otorgan al concreto un mayor rango de deformación teniendo como resultado un concreto más durable a esfuerzos y mucho más dúctil (Habib, Begum y Mydul, 2013). Asimismo, como se observa en la Figura 6, en la post fisuración el concreto está predispuesto a que sufra una falla por arrancamiento o retiro de la matriz de las microfibras, aunque a que estas tienen un mayor módulo de elasticidad que permitirá una mayor elongación de las microfibras.
- Reducción de la exudación del concreto: Una de las características de las fibras sintéticas es que son hidrofóbicas; sin embargo, al ser adicionadas al concreto estas actuaran como barreras evitando que el agua ascienda a la superficie y reduciendo las fisuras por asentamiento que es la primera fase de retracción plástica (ACI Committee 544.1R, 2009). En el caso de las microfibras, estas presentan una baja densidad y una amplia área superficial específica, por lo que se presenta el fenómeno de adsorción³, esto hace que se retenga el agua que va a exudar en la superficie de la fibra (Ruiz, López y Martinez, 2005). Asimismo, el control por la adición de fibras al momento de la exudación del concreto aporta de forma significativa en la resistencia a la abrasión y el deterioro. Ruiz, López y Martinez (2005) mencionan que se evita generar una capa superficial de concreto de baja resistencia propensa al desgaste y la erosión que podría dar paso a mayores patologías del concreto.
- Cambio de la trabajabilidad del concreto: Las fibras sintéticas generaran una menor trabajabilidad debido a la mayor cohesión entre los elementos del

³ Tr. *Fís. y Quím.* Dicho de un cuerpo: Atraer y retener en su superficie moléculas o iones de otro cuerpo. Fuente: Real Academia Española

concreto. Este cambio se podrá observar en el ensayo de Slump, donde los valores disminuirán. Ante tal comportamiento se puede incluso hacer necesario el uso de aditivos plastificantes.

- Resistencia a la tensión de la fibra: Las fibras sintéticas poseen una alta resistencia a la tensión, por lo que esta propiedad se le es transferida al concreto mediante la adición de las fibras. Mendoza, Aire y Davila (2011) indican que la adición de las fibras mejora en menor impacto las propiedades del concreto en estado endurecido y mejorar la respuesta del concreto ante las cargas a las que es sometido debido a que las posibles fisuras originadas al momento que el concreto estaba en estado plástico soporten hasta cierto límite las deformaciones sin generar mucho mas agrietamiento.
- Control de la Retracción Plástica: El uso de las fibras te aporta un control y reducción de la retracción plástica, ya que las fibras al estar adheridas a la matriz del concreto estas soportarán todos los esfuerzos que ocurren debido a las fuerzas internas que presenta el concreto, como un puente de transmisión de cargas. La importancia del porcentaje de dosificación de las fibras sintéticas en el concreto es resultado de obtener menores fisuras por retracción plástica en las primeras horas de la función del concreto con dosificaciones de entre 0.1 a 0.2 del volumen (ACI Committee 544.1R, 2009).

Figura 6. Falla por arrancamiento de la microfibra sintética del concreto.

Adicionalmente, otra ventaja de la adición de las fibras sintéticas en el concreto es su resistencia a los alcalinos, alto punto de fusión, bajo costo y, aunque los beneficios son mayores en el estado plástico del concreto, también puede mejorar algunas propiedades del concreto endurecido como se mencionó anteriormente (Mendoza, Aire y Davila, 2011).

2.2.4. Microfibra Sintética de Polipropileno

Como se puede observar en la Figura 7 son fibras que tienen como características en sus dimensiones, la longitud no mayor a los 20 mm y un diámetro menor de 0.05 mm y su uso está orientado para la reducción de fisuras por retracción plástica a edades muy tempranas (estado fresco o las primeras 24 horas).

Figura 7. Microfibra sintética de polipropileno FIBRA ULTRAFINA.

2.2.4.1. Características

La microfibra sintética de polipropileno a utilizar para la presente Tesis es la FIBRA ULTRAFINA de la marca CHEMA.

Es un refuerzo de fibra de polipropileno 100% virgen, compuesta por monofilamentos de alta resistencia a la tensión, para reducir los agrietamientos en concretos y morteros en las primeras 24 horas. Es de distribución aleatoria formando así una red tridimensional muy uniforme dentro de la mezcla del concreto.

- Características: Sustituye al acero secundario de refuerzo.
 - Ventajas:
 - Reducción de fisuración por retracción e impide su propagación, grietas por asentamiento y reducción del agua de exudación.
 - Excelente acabado.
 - Mejora la resistencia al impacto, abrasión y fractura.
 - Reduce la permeabilidad.
 - Reducción del astillamiento por la explosión del concreto bajo exposición al fuego.

Su dosificación, según el fabricante, es de 300 gramos por un metro cúbico.

2.2.4.2. Usos recomendados

Se tiene aplicación en elementos tipo:

- Losas de concreto.
- Elementos prefabricados.
- Tarrajeos.
- Elementos donde se requiera evitar las fisuras

Datos técnicos presentes en el ANEXO 1.

2.2.5. Microfibra Sintética Acrílica

Son fibras de longitudes no mayores a los 20 mm, usualmente de 19 mm, y diámetro no mayor a los 0.05 mm, utilizado como reemplazo a la fibra de asbesto como refuerzo del concreto que se puede observar en la Figura 8. Utilizado principalmente para reducir los efectos del agrietamiento por retracción plástica (IMCYC, 2007).

Figura 8. Microfibra sintética acrílica DRYMIX RC4020.

2.2.5.1. Características

La microfibra sintética acrílica que utilizar en la presente tesis es la DRYMIX RC 4020 de la marca Sudamericana de Fibras.

Es un refuerzo de fibra acrílica de alta tenacidad con una gran distribución dentro de la matriz del concreto formando una red tridimensional que incrementa la resistencia a la fisuración del concreto por retracción plástica en estado fresco.

- Características: Tiene alta resistencia a los medios ácidos y alcalinos y no contiene productos corrosivos.
 - Reduce la fisuración por retracción plástica.
 - Controla el agua de exudación.
 - Aumento de la durabilidad de la superficie del elemento de concreto.
 - Reduce la permeabilidad en la superficie como consecuencia de la reducción de fisuración y exudación.

Su dosificación es de 600 gramos a 1200 gramos por un metro cúbico. Recomendación usual de 600 gramos por un metro cúbico.

2.2.5.2. Usos recomendados

Tiene aplicación en elementos tipo:

- Pisos.
- Losas.

Datos técnicos presentes en el ANEXO 2.

CAPÍTULO 3.

MARCO EXPERIMENTAL

El presente capítulo desarrollará la parte experimental de la investigación, desde el análisis granulométrico y ensayos físicos de los agregados finos y gruesos para la elaboración de las dosificaciones y diseño de mezcla del concreto por el método del ACI 211 realizando todos los pasos para lograr el diseño. Asimismo, se describirá el ensayo de retracción plástica de acuerdo a la norma ASTM C1579-13, describiendo los objetivos, los equipos, el procedimiento y la medición del resultado obtenido. También serán descritos los ensayos en estado fresco y endurecido del concreto para determinar el impacto de las microfibras sintéticas como adición del concreto. Al final de cada ensayo se colocarán los resultados obtenidos para cada dosificación realizada por cada tipo de microfibra sintética.

3.1. Ensayo en los Agregados

En este punto se indicarán los resultados obtenidos por los ensayos de laboratorio realizados a nuestros agregados. Se procedió a realizar los ensayos al agregado grueso de 3/4" y al agregado fino.

3.1.1. Análisis Granulométrico

El análisis granulométrico de los agregados se realiza para determinar cómo está compuesto el agregado según los tamaños que se retengan en las mallas. Se realiza todo lo estipulado en la norma NTP 400.012 y la norma ASTM C136 para el ensayo de granulometría del agregado. Los resultados de los ensayos se pueden apreciar en la Tabla 4 y Tabla 5, y en los anexos 3 y 6.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C136			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE AC QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2 1/2"	63.000	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	86.9	
1/2"	12.500	36.8	
3/8"	9.500	20.5	
N° 4	4.750	5.9	
N° 8	2.000		
N° 16	0.840		
N° 30	0.425		
N° 50	0.250		
N° 100	0.150		
< N° 100	---		

MÓDULO DE FINEZA	6.87
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"

Tabla 4. Análisis Granulométrico de Agregado Grueso.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C136			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE AC QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.2	100.0	
2 1/2"	63	100.0	
2"	50.8	100.0	
1 1/2"	38.1	100.0	
1"	25.4	100.0	
3/4"	19	100.0	
1/2"	12.5	100.0	
3/8"	9.5	100.0	
N° 4	4.75	100.0	
N° 8	2	71.2	
N° 16	0.84	48.5	
N° 30	0.425	32.7	
N° 50	0.25	20.8	
N° 100	0.15	12.3	
< N° 100	---		

MÓDULO DE FINEZA	3.15
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	---

Tabla 5. Análisis Granulométrico de Agregado Fino.

Figura 9. Curva granulométrica de agregado fino.

3.1.2. Contenido de humedad

El contenido de humedad de los agregados es la cantidad de agua total que posee nuestro agregado. Solo involucra el agua existente dentro del agregado y la que puede estar depositada superficialmente. Se realiza todo lo estipulado en la norma NTP 339.185 para determinación de contenido de humedad del agregado. El resultado de los ensayos de contenido de humedad por tipo de agregado está indicado en los Anexos 9 al 25 correspondientes a los diseños de mezcla de los concretos.

3.1.3. Peso Específico del Agregado

El peso específico del agregado es la relación entre el peso del material y su volumen físico que ocupa. Se realiza todo lo estipulado en la norma NTP 400.022 y ASTM C128 para agregado fino y la norma NTP 400.021 y ASTM C127 para agregado grueso. Los resultados de ensayo de peso específico se presentan en la Tabla 6 y Tabla 7.

Determinación del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso (ASTM C127)	
Detalle	Resultado
Peso Específico de la Masa	2.621 g/cm ³
Peso Específico de la Masa S.S.S.	2.640 g/cm ³
Peso Específico Aparente	2.671 g/cm ³
Porcentaje de Absorción	0.72%

Tabla 6. Resultados de peso específico del Agregado Grueso.

Determinación del Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (ASTM C128)	
Detalle	Resultado
Peso Específico de la Masa	2.643 g/cm ³
Peso Específico de la Masa S.S.S.	2.657 g/cm ³
Peso Específico Aparente	2.681 g/cm ³
Porcentaje de Absorción	0.54%

Tabla 7. Resultados de peso específico del Agregado Fino.

3.1.4. Peso Unitario del Agregado

El peso unitario del agregado es el ensayo que se realiza para determinar el peso del agregado que ocupa 1 m³ y se realiza tanto en estado suelto como compactado en moldes normalizados. Se realiza todo lo estipulado en la norma NTP 400.017 y ASTM C29 para determinación el peso unitario del agregado. Los resultados de ensayo de Peso Unitario se presentan en la Tabla 8 y Tabla 9.

Determinación del Peso Unitario Suelto y Compactado - Agregado Grueso (ASTM C29)	
Detalle	Resultado
Peso Unitario Suelto	1380 kg/cm ²
Peso Unitario Compactado	1560 kg/cm ²

Tabla 8. Resultados de peso unitario del Agregado Grueso.

Determinación del Peso Unitario Suelto y Compactado - Agregado Fino (ASTM C29)	
Detalle	Resultado
Peso Unitario Suelto	1490 kg/cm ²
Peso Unitario Compactado	1690 kg/cm ²

Tabla 9. Resultados de peso unitario del Agregado Fino.

3.2. Dosificación

La dosificación del concreto es una fase importante para poder determinar las cantidades exactas de los materiales del concreto a usar. Dicho esto, es necesario realizarlo bajo un método que garantice que las dosificaciones logren las características buscadas en el concreto. Es por esto por lo que el método utilizado para la dosificación de mezcla para la presente tesis está basado en lo recomendado por el Committee ACI 211.1 (2002) para diseño de mezcla de concreto.

3.2.1. Diseño de Mezcla

El Committee ACI 211.1 (2002) recomienda que para empezar el diseño de mezcla se debe escoger el asentamiento o Slump requerido según el tipo de elemento que se vaya a construir. Debido a que el objeto de estudio se detalla principalmente para uso de losas y pavimentos, se tiene un rango de entre los 3.00” y 1.00” de Slump presentados en la Tabla 10. Sin embargo, por procesos constructivo de elaboración de losas, el vaciado de concreto se realiza al mismo tiempo tanto en vigas como en losas por lo que es recomendable utilizar el asentamiento mayor entre estos dos elementos, siendo el resultado a considerar en el diseño un asentamiento de 4.00”. Asimismo, el Committee ACI 211.1 (2002) recomienda, según el tipo de compactación que se realice, que para una vibración mecánica se debe de aumentar el Slump en 1.00”, por lo cual, se tendrá como Slump final de 5.00” para el diseño.

Types of construction	Slump, in.	
	Maximum ⁺	Minimum
Reinforced foundation walls and footings	3	1
Plain footings, caissons, and substructure walls	3	1
Beams and reinforced walls	4	1
Building columns	4	1
Pavements and slabs	3	1
Mass concrete	2	1

*Slump may be increased when chemical admixtures are used, provided that the admixture-treated concrete has the same or lower water-cement or water-cementitious material ratio and does not exhibit segregation potential or excessive bleeding.

⁺May be increased 1 in. for methods of consolidation other than vibration.

Tabla 10. Recomendación de Slump para diferentes tipos de construcciones.

Fuente: ACI Committee 221R-96, 2001.

Se procede a identificar las características de los agregados a utilizar en la mezcla de concreto. Esto se observa de una mejor forma en la Tabla 11.

Características	Agregado Fino	Agregado Grueso
Cantera	Romaña	
PUS	1490.00 kg/m ³	1380.00 kg/m ³
PUC	1690.00 kg/m ³	1560.00 kg/m ³
P.E. seco	2643.00 kg/m ³	2621.00 kg/m ³
MF	3.15	6.87
% Abs	0.54%	0.72%
% Hum	0.63%	0.50%
TMN	-	3/4"

Tabla 11. Tabla resumen de las características de los agregados.

El paso siguiente es encontrar el contenido de agua de diseño, mediante la Tabla 12, que se utilizará en base al tamaño máximo nominal del agregado grueso y el Slump antes determinado.

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA								
Agua en l/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada.								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-----

Tabla 12. Cantidad de agua necesaria de acuerdo con el Slump y tamaño máximo nominal de los agregados. Fuente: ACI Committee 221R-96, 2001.

Para un slump de 5" y TMN de 3/4" del agregado grueso de acuerdo a la Tabla 12 correspondería la cantidad de 216.00 l/m³ aproximadamente. Teniendo en cuenta que el modulo de fineza del agregado fino influye en el resultado de la consistencia y trabajabilidad de la mezcla, se considera adecuado para un concreto normal el modulo de fineza entre 2.3 y 3.1 siendo valores fuera de este margen equivalente de requerir mayor pasta de cemento o perdida de trabajabilidad (Céspedes, 2003). Es por esto último que se tiene en consideración que el modulo de fineza determinado para el agregado fino de 3.15 generará mezclas con menor trabajabilidad y de texturas más ásperas, por lo que se decide aumentar la cantidad de agua a 250.00 l/m³ sin afectar la relación agua/cemento en la mezcla. Esto se observa en la Tabla 13.

Agua de diseño			
Slump	TMN	250.00	l/m ³
5.00"	3/4"		

Tabla 13. Cantidad de agua necesaria para el diseño de mezcla.

La determinación del contenido de aire según el tamaño maximo nominal del agregado grueso de 3/4" correspondería a un 2.00% de aire atrapado, según la Tabla 14.

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Tamaño Máximo Nominal del Agregado grueso.	Aire atrapado
3/8 "	3.0 %
1/2 "	2.5 %
3/4 "	2.0 %
1 "	1.5 %
1 1/2 "	1.0 %
2 "	0.5 %
3 "	0.3 %
4 "	0.2 %

Tabla 14. Contenido de aire de acuerdo con el tamaño máximo nominal del agregado grueso. Fuente: ACI Committee 221R-96, 2001.

La determinación de la relación agua/cemento en función de la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ mediante la Tabla 15; sin embargo, se obtendrá la relación a/c con la resistencia a la compresión promedio y será determinada con $f'_c + 84$ lo que equivale a una resistencia de f'_{cr} de 294.00 kg/cm^2 .

RELACION AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA

f'_c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Tabla 15. Relación de agua y cemento de acuerdo con la resistencia. Fuente: ACI Committee 221R-96, 2001.

Relación agua / cemento		
f'_c	a/c (sin aire incorporado)	a/c
250.00	0.62	0.558
294.00	a/c	
300.00	0.55	

Tabla 16. Determinación de la relación agua/cemento para el diseño de mezcla.

El cálculo de la cantidad de cemento requerida, como se observa en la Tabla 16, se hallará con la relación agua/cemento correspondiente a 0.558 y el agua de diseño de 250.00 l/m³. El resultado de la cantidad de cemento es 448.00 kg, equivalente a 10.50 bolsas de 42.50 kg cada una como se observa en la Tabla 17.

Contenido de cemento		
Valor	Cantidad	U.M.
a (agua)	250.00	litros
a/c	0.558	-
c (cemento)	448.00	kg

Tabla 17. Cálculo de la cantidad de cemento para el diseño de mezcla.

Se considera el uso de un aditivo plastificante Chemaplast para lograr obtener una mezcla más trabajable y de acuerdo a las especificaciones técnicas y características de los agregados se decide usar una proporción de 0.55% del peso del cemento como aditivo. Por lo cual se obtiene los siguientes volúmenes absolutos en la Tabla 18.

Insumo	Volumen absoluto
Cemento	0.1441 m ³
Agua	0.2500 m ³
Aire	0.0200 m ³
Aditivo	0.0021 m ³
Total	0.4161 m³
Agregados	0.5839 m³

Tabla 18. Volúmenes absolutos del diseño de mezcla.

A continuación, se procede a calcular los volúmenes del agregado grueso y fino con ayuda de la Tabla 19.

Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos/metro cúbico indicados.				
Tamaño máximo nominal del agregado grueso.	6	7	8	9
3 / 8 "	3.96	4.04	4.11	4.19
1 / 2 "	4.46	4.54	4.61	4.69
3 / 4 "	4.96	5.04	5.11	5.19
1 "	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1 / 2 "	5.56	5.64	5.71	5.79
2 "	5.86	5.94	6.01	6.09
3 "	6.16	6.24	6.31	6.39

Tabla 19. Combinación de agregados de acuerdo con la cantidad de bolsas de cemento por metro cúbico y Tamaño Máximo Nominal. Fuente: Rivva, 1992.

De acuerdo con la Tabla 19 se obtiene para un Tamaño Máximo Nominal de ¾" y 10.50 bolsas de cemento por metro cúbico un valor de Módulo de fineza de la combinación de agregados de 5.19 el cual utilizaremos en la Ecuación 1 para obtener el porcentaje de agregado fino de la mezcla y Ecuación 2 para el cálculo del porcentaje del agregado grueso y posteriormente el volumen y peso de cada agregado en un metro cubico de concreto.

$$\% \text{ agregado fino} = \left\{ \frac{M.F.\text{grueso} - M.F.\text{Comb.}}{M.F.\text{grueso} - M.F.\text{fino}} \right\} \quad (1)$$

M.F.grueso: módulo de fineza del agregado grueso

M.F.fino: módulo de fineza del agregado fino

M.F.comb.: módulo de fineza combinado

$$\% \text{ agregado grueso} = \{1 - \% \text{ agregado fino}\} \quad (2)$$

% de agregado fino	45.50%
% de agregado grueso	54.50%
Vol. Agregado Fino	0.2658 m ³
Vol. Agregado Grueso	0.3181 m ³
Peso Agregado Fino	702.00 kg
Peso Agregado Grueso	834.00 kg

Tabla 20. Pesos de los agregados fino y grueso para el diseño de mezcla.

El resultado obtenido de volúmenes absolutos de los cálculos antes descritos en la Tabla 18 y Tabla 20 se observan en la Tabla 21.

Insumo	Volumen absoluto
Cemento	0.1441 m ³
Agua	0.2500 m ³
Aire	0.0200 m ³
Aditivo	0.0021 m ³
Agregado Fino	0.2658 m ³
Agregado Grueso	0.3181 m ³
Total	1.000 m³

Tabla 21. Volúmenes absolutos finales para el diseño de mezcla.

Se muestra en la Tabla 22 el resultado de la dosificación del concreto para un estado seco.

Diseño en estado seco		
Valor	Cantidad	U.M.
Agua	250.00	Litros/m ³
Cemento	448.00	kg/m ³
Ag. Grueso	834.00	kg/m ³
Ag. Fino	702.00	kg/m ³

Tabla 22. Diseño de mezcla en estado seco por metro cubico de concreto.

Se realiza la corrección de los pesos de los agregados en la Tabla 23 por el porcentaje de humedad presente en los mismos.

Insumo	Valor
%Hum fino	0.63%
%Hum grueso	0.50%
Peso seco Ag fino	702.00 kg
Peso seco Ag grueso	834.00 kg
Peso humedo Ag fino	707.00 kg
Peso humedo Ag grueso	838.00 kg

Tabla 23. Corrección de pesos de agregados fino y grueso por el porcentaje de humedad.

Asimismo, se realiza la corrección por porcentaje de humedad y absorción aportados por el agregado grueso y fino en la cantidad de agua efectiva de la mezcla de concreto a diseñar, para lo mismo se obtienen los siguientes resultados en la Tabla 24.

Insumo	Valor
%Hum fino	0.63%
%Hum grueso	0.50%
%Abs fino	0.54%
%Abs grueso	0.72%
Peso seco Ag fino	702.00 kg
Peso seco Ag grueso	834.00 kg

Aporte de agua fino	0.63 lt
Aporte de agua grueso	-1.83 lt
Aporte total de agua	-1.20 lt

Agua Efectiva de diseño	251 lt
-------------------------	--------

Tabla 24. Corrección de la cantidad de agua por el porcentaje de humedad y absorción presente en los agregados fino y grueso.

Se obtiene como resultado final la dosificación del concreto en estado húmedo de los agregados grueso y fino, el cual se muestra en la Tabla 25.

Diseño en estado humedo		
Valor	Cantidad	U.M.
Agua	251.00	Litros/m ³
Cemento	448.00	kg/m ³
Ag. Grueso	838.00	kg/m ³
Ag. Fino	707.00	kg/m ³
Chemaplast	2.06	Litros/m ³

Tabla 25. Diseño de mezcla en estado húmedo por metro cubico de concreto.

3.3. Ensayos

3.3.1. Ensayo de Retracción Plástica

De acuerdo a la literatura consultada es principalmente utilizado para la evaluación de la retracción plástica tres ensayos: muestra de vigas, losas y aros. Mendoza, Aire y Davila (2011) indican que no existe un único ensayo normalizado para la evaluación de la eficiencia de las fibras en el control de la retracción plástica por medio de la inducción del agrietamiento. Sin embargo, los ensayos antes mencionados simulan un ambiente climático extremo y restricción del movimiento (encofrado, acero de refuerzo, mallas electro soldadas, etc.) (Ruiz, López y Martinez, 2005).

El ensayo de retracción plástica que se realizará, como bien detalla la norma ASTM C1579-13 (2013), consiste en un método de comparación de la fisuración ocurrida en la superficie del panel de concreto reforzado con fibras y el panel de concreto convencional, sujetas bajo condiciones establecidas de restricciones y pérdida de humedad como para poder generar la fisuración antes del fraguado final del concreto. Además, como bien indica la norma, sirve para poder comparar el comportamiento del agrietamiento por retracción plástica para diferentes mezclas de concreto reforzadas con fibras.

3.3.1.1. Objetivo del Ensayo

El objetivo del ensayo consiste en evaluar los efectos de la evaporación, la solución y la retracción autógena temprana del concreto en la formación de grietas, para un concreto reforzado con fibras, durante las primeras horas hasta el fraguado del concreto. (ASTM C1579-13, 2013)

Para la presente tesis se evaluará principalmente el desarrollo y magnitud de aparición del agrietamiento por retracción plástica bajo las condiciones ambientales controladas especificadas en la norma. El control de la retracción plástica se medirá a partir de la relación de reducción de grietas, o CRR en sus siglas en inglés, de acuerdo a la Ecuación 3.

$$CRR = \left[1 - \frac{\text{ancho de grieta promedio de concreto reforzado con fibra}}{\text{ancho de grieta promedio de concreto de control}} \right] \times 100\%$$

(3)

CRR = Relación de reducción de grietas

3.3.1.2. Equipos

Los equipos necesarios para la realización de dicho ensayo estarán agrupados en dos elementos finales: panel de ensayo y la cámara de ambiente.

Panel de ensayo

- Molde: será la estructura con forma de caja que recibirá el concreto y sus dimensiones dependerán del tamaño máximo del agregado grueso. La norma ASTM C-1579-13 recomienda que para agregado grueso igual o menor a 19 mm, la altura del molde sea de aproximadamente de 100 ± 5 mm y de dimensiones rectangulares de 355 ± 10 mm por 560 ± 15 mm como se puede apreciar en la Figura 3- 2. el material del cual puede ser elaborado el molde es de metal, plástico o madera contrachapada. El material debe de ser de baja absorción de humedad de una duración de 50 usos aproximadamente.

Figura 10. Elevación y planta del molde ensayo ASTM C1579-13. Fuente: ASTM C1579-13, 2013

- Placa con elevador de tensiones y restricciones internas: esta placa está elaborada de una sola pieza de metal de espesor $1.2 \pm 0.05\text{mm}$. Hay dos restricciones laterales de altura $32 \pm 1\text{ mm}$ y situadas a $90 \pm 2\text{ mm}$ al interior desde el extremo del molde como se observa en la Figura 12. En la parte central se puede observar un elevador de tensiones de altura $64 \pm 2\text{ mm}$. El elevador de tensiones central actuara como generador de grietas. Dicha placa deberá de encajar en la parte inferior del molde como se observa en la Figura 11.

Figura 11. Detalle de placa de restricciones y elevador de tensiones ASTM C1579-13. Fuente: ASTM C1579-13, 2013.

Figura 12. Placa estriada con molde de 35 cm por 59 cm.

Cámara de ambiente

La cámara de ambiente es una estructura que contendrá varios instrumentos de medición y aparatos de variaciones térmicas. La estructura en general debe de desarrollar un ambiente cerrado con condiciones de evaporación, viento, temperatura y humedad relativa específicas para la generación de grietas de anchura media en los paneles de control. Para la prueba estándar, la temperatura debe mantenerse a 36 ± 3 ° C, la humedad relativa debe ser $30 \pm 10\%$, y la velocidad del viento debe ser suficiente para mantener la velocidad de evaporación mínimo de al menos $1,0 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$ durante la prueba. La norma del ASTM C1579-13 contempla dos estructuras de la cámara de ambiente que se puede observar en la Figura 13 y Figura 14. La Figura 13 usa un ventilador en la parte inferior en una cámara de ambiente que genera un flujo de aire uniforme en la superficie del panel. La otra estructura de producción de un flujo de aire uniforme es utilizar una cámara de ambiente diseñada específicamente como se muestra en la Figura 14, un calentador, humidificadores y deshumidificador comercial pueden ser utilizados para mantener las condiciones de medio ambiente específicos.

Figura 13. Detalle de cámara de ambiente Tipo A ASTM C1579-13. Fuente: ASTM C1579-13, 2013.

Figura 14. Detalle de cámara de ambiente Tipo B ASTM C1579-13. Fuente: ASTM C1579-13, 2013.

- Ventilador: el ventilador que se utilice deberá de ser capaz de alcanzar una velocidad de viento de más de 4.70 m/s sobre toda la superficie del panel de ensayo.
- Sensores: para mantener las condiciones de temperatura humedad y velocidad del viento será necesario del uso de sensores con precisión de 0.5 °C, humedad relativa cercano al 1% y la velocidad del aire con precisión de 0.1 m/s.
- Recipientes de monitoreo: se tendrá recipientes de control con superficie de agua libre. El tamaño del recipiente debe de ser de tamaño suficiente para exponer al menos $0.1 \pm 0.01 \text{ m}^2$ de agua a la corriente de aire. El borde expuesto del recipiente no se extenderá más de 5 mm por encima del nivel del agua al inicio de la prueba.

Para el levantamiento de información de las grietas será necesario un microscopio óptico de mano, comparador de grietas, o un sistema de análisis de imágenes pueden ser utilizadas. La herramienta de medición debe de ser capaz de medir el ancho de la fisura en al menos 0.05 mm

3.3.1.3. Procedimiento

Las mezclas de ensayo deberán de ser comparadas con el resultado de una misma mezcla de control sin refuerzo de fibras. Dicho ensayo esta aplicado a la evaluación de comportamiento de retracción plástica de concretos reforzados con elementos fibrosos y en dicha tesis se estará haciendo uso de microfibra sintética de polipropileno Fibra Ultrafina y microfibra sintética acrílica Drymix RC 2040.

- Vaciado del concreto: se llenarán los moldes con una sola capa de concreto hasta el nivel de la parte superior del molde y se enrasara de manera perpendicular.
- Cálculo de pérdida de humedad: en caso sea necesario el cálculo de la pérdida de humedad se procederá a limpiar la parte exterior del molde y se pesará el panel.
- Introducción a la cámara de ambiente: se introduce los paneles en la cámara de ambiente y se enciende los ventiladores de manera que se asegure la velocidad de aire y condiciones de evaporación requeridas por la norma ASTM C1579-13. La evaluación de agrietamiento por retracción plástica comienza en este momento, como se observa en la Figura 15.

Figura 15. Interior de cámara de ambiente para ensayo de retracción plástica.

- Levantamiento y control de información: se hará una toma al comienzo de la prueba y cada 30 min de la temperatura, velocidad de aire y humedad relativa. Asimismo, la norma ASTM C1579-13 recomienda registrar la hora en la que se observa el primer agrietamiento en la superficie del panel. Todo esto hasta el tiempo del fraguado inicial. Para el cálculo de la tasa de evaporación se determinará pesando los recipientes de monitoreo en intervalos de 30 min. Para determinar la velocidad de evaporación durante cada intervalo de tiempo, se deberá de dividir la pérdida de masa de dos tomas sucesivas de pesaje por la superficie del agua en el recipiente y el intervalo de tiempo entre pesajes sucesivos. La prueba no es válida si la tasa de evaporación promedio es de menos de $1,0 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$. Después de 24 horas de comenzar el ensayo se tomará la información respectiva de las grietas desarrolladas en el panel ensayado y con esto se pasará al cálculo del CRR (Ratio de Reducción de Fisuras), como se observa en la Figura 16 y Figura 17.

Figura 16. Ensayo de concreto reforzado con microfibras sintéticas a las 24 horas.

Figura 17. Registro de ancho de fisura.

3.3.1.4. Resultados

Los resultados de CRR obtenidos de los ensayos de retracción plástica se pueden observar en la Tabla 26 para las distintas dosificaciones de microfibra sintética de polipropileno y microfibra sintética acrílica.

Método de prueba estándar para evaluar el agrietamiento por contracción plástica del hormigón reforzado con fibra retenida (Utilizando un inserto de forma de acero) ASTM C1579		
Código de mezcla	CRR	U.M.
210N-0F	0.00	%
210N-25FA	40.20	%
210N-50FA	72.70	%
210N-75FA	89.30	%
210N-100FA	93.20	%
210N-125FA	99.20	%
210N-150FA	100.00	%
210N-175FA	100.00	%
210N-200FA	100.00	%
210N-25FP	24.60	%
210N-50FP	56.10	%
210N-75FP	57.60	%
210N-100FP	84.00	%
210N-125FP	93.00	%
210N-150FP	93.20	%
210N-175FP	99.80	%
210N-200FP	99.80	%

Tabla 26. Tabla de resultados del Ratio de Reducción de Fisuras.

3.3.2. Ensayo de Concreto Fresco

3.3.2.1. Contenido de Aire

El contenido de aire, según la norma ASTM C231M – 14 (2014), es realizado mediante el método de presión, donde en un envase herméticamente cerrado se le completa el volumen con la adición de agua y se aplica una presión de aire; posteriormente, se tiene que liberar el aire y el medidor nos indicará el porcentaje de aire que presenta nuestro concreto fresco.

Según la NTP 339.083 el vaciado de la mezcla en estado fresco se da en tres capas de igual proporción, donde cada capa es compactada con 25 golpes con barra de apisonamiento en el área del concreto y acompañado con 15 golpes a los bordes del envase para liberar cualquier burbuja de aire que se puede encontrar atrapada. Luego se pasa a enrasar y colocar la tapa de sello hermético con medidor de aire.

La tapa de sello hermético cuenta con tres válvulas: dos válvulas secundarias (de purga) y una válvula principal de escape como se muestra en la Figura 18. Será por una de las válvulas de purga que se inyecte agua hasta que brote agua por la otra válvula de purga. Con la válvula de aire cerrada se bombea aire hasta que el dial del medidor de aire marque cero. En ese momento el aire comprimido es liberado y el medidor de aire registrará el porcentaje de aire que se tiene en la mezcla.

Figura 18. Cámara de aire vertical – Medidor Tipo B.

El contenido de aire que se puede encontrar en el concreto se puede dar a causa de:

- Aire presente entre las partículas granulares y el cemento.
- Aire incluido en el agua de la mezcla.
- Aire incorporado en el concreto durante el momento de mezclado y colocación.

Método de ensayo normalizado de Contenido de Aire del concreto recién mezclado mediante el método por presión ASTM C231	
Código de mezcla	Contenido de aire
210N-0F	2.50%
210N-25FA	2.00%
210N-50FA	1.40%
210N-75FA	2.00%
210N-100FA	2.10%
210N-125FA	1.20%
210N-150FA	1.30%
210N-175FA	1.40%
210N-200FA	1.90%
210N-25FP	2.00%
210N-50FP	1.80%
210N-75FP	1.20%
210N-100FP	0.90%
210N-125FP	1.60%
210N-150FP	1.50%
210N-175FP	2.30%
210N-200FP	2.00%

Tabla 27. Tabla de resultados del Contenido de Aire del Concreto Fresco.

3.3.2.2. Peso Unitario del Concreto Fresco

El ensayo, según la norma ASTM C138M – 16 (2016), tiene como objetivo determinar el peso del concreto por unidad de metro cubico; consta de un procedimiento sencillo y rápido semejante a la elaboración de probetas cilíndricas.

Se tiene un molde cilíndrico de metal al cual se debe determinar el peso y volumen de almacenamiento donde ira el concreto. Colocar la mezcla de concreto en el molde bajo tres capas y 25 golpes para cada capa con una barra metálica lisa de 5/8” con punta de bala y 15 golpes con un martillo de goma en los alrededores del molde por cada capa. Enrasar la superficie una vez acabado el llenado del molde y pesar todo en la balanza.

La determinación del peso unitario consistirá en dividir el peso del concreto, previamente restado el peso del molde, con el volumen de almacenamiento del molde medido en m³.

Para la presente tesis se realizaron los ensayos para un concreto sin fibra y los concretos con diferentes dosificaciones de microfibras sintéticas acrílicas y de polipropileno a fin de determinar si las fibras varían esta condición propia del concreto. Los resultados se observan en la Tabla 28.

Método de ensayo normalizado de densidad (Peso Unitario), Rendimiento y Contenido de Aire (Gravimétrico) del Concreto ASTM C138		
Código de mezcla	Peso Unitario	U.M.
210N-0F	2384.00	kg/m ³
210N-25FA	2382.00	kg/m ³
210N-50FA	2387.00	kg/m ³
210N-75FA	2384.00	kg/m ³
210N-100FA	2388.00	kg/m ³
210N-125FA	2385.00	kg/m ³
210N-150FA	2385.00	kg/m ³
210N-175FA	2382.00	kg/m ³
210N-200FA	2386.00	kg/m ³
210N-25FP	2384.00	kg/m ³
210N-50FP	2386.00	kg/m ³
210N-75FP	2388.00	kg/m ³
210N-100FP	2383.00	kg/m ³
210N-125FP	2383.00	kg/m ³
210N-150FP	2386.00	kg/m ³
210N-175FP	2384.00	kg/m ³
210N-200FP	2386.00	kg/m ³

Tabla 28. Tabla de resultados de Peso Unitario del Concreto Fresco.

3.3.2.3. Asentamiento (Slump)

El ensayo de asentamiento, según la norma ASTM C143M – 15 (2015), se determinó de manera experimental la consistencia del concreto en su estado fresco.

Se procedió a humedecer el Cono de Abrams, la base metálica y la varilla de acero liso. El Cono de Abrams se coloca en la base metálica y se comienza a llenar de concreto en base de 3 capas de concreto con 25 golpes de la varilla normalizada, para luego levantar rápido entre 2 a 5 segundos. Poner a un costado el cono y

realizar la lectura de la medida en pulgadas con un flexómetro como se observa en la Figura 19.

Figura 19. Ensayo de Asentamiento según ASTM C143M – 15.

Para la presente tesis se realizó el ensayo para un concreto sin fibra y los concretos con diferentes dosificaciones de microfibras sintéticas acrílicas y de polipropileno. Los resultados se observan en la Tabla 29.

Método de ensayo normalizado para Asentamiento de Concreto de Cemento Hidráulico ASTM C143	
Código de mezcla	Slump
210N-0F	5"
210N-25FA	4 3/4"
210N-50FA	3"
210N-75FA	2"
210N-100FA	2"
210N-125FA	1 1/2"
210N-150FA	1 1/2"
210N-175FA	1 1/2"
210N-200FA	1"
210N-25FP	4 1/2"
210N-50FP	3 1/2"
210N-75FP	2 1/2"
210N-100FP	1 1/2"
210N-125FP	1 1/2"
210N-150FP	1 1/2"
210N-175FP	1 1/2"
210N-200FP	1 1/2"

Tabla 29. Tabla de resultados de Asentamiento (Slump) del Concreto Fresco.

3.3.2.4. Temperatura

Mediante la norma ASTM C1064M - 12 (2012) llevamos a cabo la determinación de la mezcla de concreto en estado plástico, para el cual será necesario hacer uso de un termómetro blindado que es sumergido a una profundidad de 3" en el concreto hasta que la temperatura se estabilice o como mínimo se encuentre 2 minutos sumergido. Dicha norma indica que la temperatura ambiente debe de estar entre los rangos de 5 °C y 28°C para que no afecte de forma incidente a la temperatura de la misma muestra. Llevamos a cabo la toma de temperatura de todas las mezclas de dicha tesis y los resultados los podemos ver en la Tabla 30.

Método de prueba estándar para la determinación de la temperatura del hormigón de cemento hidráulico recién mezclado ASTM C1064			
Código de mezcla	Temperatura Ambiente	Temperatura	U.M.
210N-0F	25.10	26.60	°C
210N-25FA	25.40	26.20	°C
210N-50FA	24.50	25.10	°C
210N-75FA	24.30	25.10	°C
210N-100FA	24.80	26.30	°C
210N-125FA	24.30	25.90	°C
210N-150FA	25.20	24.10	°C
210N-175FA	25.10	26.50	°C
210N-200FA	25.40	24.60	°C
210N-25FP	25.20	25.70	°C
210N-50FP	24.30	25.70	°C
210N-75FP	24.90	26.60	°C
210N-100FP	24.30	25.90	°C
210N-125FP	24.40	25.50	°C
210N-150FP	24.50	25.40	°C
210N-175FP	24.70	25.40	°C
210N-200FP	24.40	25.80	°C

Tabla 30. Tabla de resultados de Temperatura del Concreto Fresco.

3.3.3. Ensayo en Concreto Endurecido

3.3.3.1. Compresión de probetas cilíndricas

El ensayo de compresión de probetas cilíndricas se realizó según los lineamientos de la norma ASTM C39, con el fin de determinar la variación de la resistencia f'_c del concreto según el porcentaje de adición de microfibra sintética que se realice al concreto. Las probetas de 15 x 30 cm a un tiempo de 28 días fueron sometidas a compresión en una prensa hidráulica para rotura de concreto especial para este ensayo. Los resultados se observan en la Tabla 31 indicando resistencia a la compresión del concreto para cada mezcla y su variación respecto a la mezcla de control.

Resistencia a la Compresión de especímenes cilíndricos de concreto endurecido ASTM C39		
Código de mezcla	Esfuerzo	U.M.
210N-0F	413.00	kg/cm ²
210N-25FA	412.00	kg/cm ²
210N-50FA	413.00	kg/cm ²
210N-75FA	414.00	kg/cm ²
210N-100FA	413.00	kg/cm ²
210N-125FA	409.00	kg/cm ²
210N-150FA	403.00	kg/cm ²
210N-175FA	425.00	kg/cm ²
210N-200FA	411.00	kg/cm ²
210N-25FP	387.00	kg/cm ²
210N-50FP	388.00	kg/cm ²
210N-75FP	390.00	kg/cm ²
210N-100FP	390.00	kg/cm ²
210N-125FP	390.00	kg/cm ²
210N-150FP	394.00	kg/cm ²
210N-175FP	403.00	kg/cm ²
210N-200FP	376.00	kg/cm ²

Tabla 31. Tabla de resultados de Compresión de Probetas Cilíndricas.

3.3.3.2. Tracción por compresión diametral

Se llevó a cabo el ensayo de tracción indirecta, la cual esta especificada por la NTP 339.084 en el cual se aplica carga diametralmente a probetas de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de altura después de 28 días de curado. Se elaboró mezclas de concreto de control y con adiciones de fibras sintéticas de polipropileno y acrílica con diferente porcentaje de adición que fueron ensayadas en la prensa hidráulica para rotura del concreto. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 32, nos indicaran la resistencia a tracción de cada mezcla y su variación con respecto a un punto medio, representado por la mezcla de control.

Resistencia a la Tracción por compresión diametral en probetas cilíndricas de concreto endurecido ASTM C496		
Código de mezcla	Esfuerzo	U.M.
210N-0F	30.50	kg/cm ²
210N-25FA	34.10	kg/cm ²
210N-50FA	33.10	kg/cm ²
210N-75FA	31.10	kg/cm ²
210N-100FA	29.50	kg/cm ²
210N-125FA	25.50	kg/cm ²
210N-150FA	33.40	kg/cm ²
210N-175FA	37.70	kg/cm ²
210N-200FA	30.00	kg/cm ²
210N-25FP	34.10	kg/cm ²
210N-50FP	27.90	kg/cm ²
210N-75FP	29.00	kg/cm ²
210N-100FP	24.90	kg/cm ²
210N-125FP	24.30	kg/cm ²
210N-150FP	30.60	kg/cm ²
210N-175FP	34.20	kg/cm ²
210N-200FP	32.50	kg/cm ²

Tabla 32. Tabla de resultados del Ensayo de Tracción por Compresión Diametral.

3.3.3.3. Flexión de vigas normalizadas

Se llevó a cabo el ensayo de resistencia a la flexión en vigas de concreto endurecido que se encuentra determinado por la ASTM C78M - 15b (2015). Para dicho ensayo se realizan vigas de sección de 15 cm. por 15 cm. y una longitud de 50 cm. que fueron curados 28 días, la viga es marcada cada 15 cm. en su longitud excluyendo 1 pulgada a cada extremo, para poder identificar el área de falla al momento de aplicarle la carga. El espécimen es colocado en la prensa hidráulica para rotura de concreto de manera que los rodillos de aplicación de carga hacen contacto en las líneas antes dibujadas, posteriormente se empieza aplicar la carga hasta la rotura. Será importante observar el segmento de la viga donde se genera la falla. Los resultados de Módulo de Rotura obtenidos de la evaluación de mezclas

con y sin dosificación de fibras se presentan en la Tabla 33, asimismo como el porcentaje de variación con respecto a la mezcla sin adicción de fibras.

Resistencia a la Flexión de vigas de concreto simple para determinar el módulo de rotura ASTM C78		
Código de mezcla	Esfuerzo	U.M.
210N-0F	63.10	kg/cm ²
210N-25FA	57.20	kg/cm ²
210N-50FA	56.70	kg/cm ²
210N-75FA	57.40	kg/cm ²
210N-100FA	54.20	kg/cm ²
210N-125FA	69.90	kg/cm ²
210N-150FA	60.30	kg/cm ²
210N-175FA	63.00	kg/cm ²
210N-200FA	45.90	kg/cm ²
210N-25FP	59.80	kg/cm ²
210N-50FP	45.10	kg/cm ²
210N-75FP	49.20	kg/cm ²
210N-100FP	68.50	kg/cm ²
210N-125FP	63.00	kg/cm ²
210N-150FP	59.90	kg/cm ²
210N-175FP	36.00	kg/cm ²
210N-200FP	46.50	kg/cm ²

Tabla 33. Tabla de resultados del Ensayo de Flexión en vigas.

CAPÍTULO 4.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se analiza los resultados obtenidos de los ensayos en estado fresco, endurecido y de retracción plástica ejecutados en el capítulo anterior y se presenta mediante diagramas de líneas de tendencia los resultados obtenidos del concreto sin aporte de fibras y de los concretos con distintas dosificaciones de microfibras sintéticas acrílicas Drymix RC 4020 y de polipropileno Fibra Ultrafina apreciando el comportamiento de cada mezcla.

4.1. Análisis de resultados de ensayos

4.1.1. Resultados por Retracción Plástica

4.1.1.1. Ratio de Reducción de Fisuras

- Drymix RC 4020: Según los resultados observados en la Tabla 26, la adición de la microfibra sintética acrílica ayuda a la reducción del ancho de fisura que se genera por la retracción plástica del concreto conforme se va incrementando su porcentaje de dosificación a la mezcla. Se observa como para la dosificación recomendada por el fabricante, equivalente al 100.00% de dosificación, se obtiene una reducción de ancho de fisura equivalente al 93.20% respecto a la fisura de la mezcla patrón por lo que podemos inferir que se tiene un buen desempeño al momento del control del fisuramiento; sin embargo es en la dosificación de 125.00% en la que obtenemos una reducción casi total del ancho de fisura con un 99.20% de reducción respecto a la mezcla patrón, consecuentemente, es ya en la dosificación de 150.00% en la que se obtiene una nulidad de fisuramiento por retracción plástica obteniendo un 100.00% de reducción de fisuras. Debido a esto, se infiere que la dosificación óptima para poder controlar eficientemente la fisuración por retracción plástica con una microfibra sintética de acrílica es de 150.00% respecto a la dosificación recomendada por el fabricante.
- Fibra Ultrafina: Según los resultados observados en la Tabla 26, la microfibra sintética de polipropileno tiene un comportamiento positivo en la reducción del fisuramiento por retracción plástica del concreto. Así

podemos ver como conforme se aumenta la dosificación de microfibras el ancho de fisura también se ve reducido en mayor porcentaje respecto a la mezcla patrón. Asimismo, se observa que entre las dosificaciones de 50.00% y 75.00% no hay una variación sustancial en relación con la reducción de la fisuración ya que solo existe un incremento del 1.50% de reducción de ancho de fisura. Esto se debe a parte de la dosificación no se distribuyó bien durante el mezclado y forma nichos o cúmulos de fibra como se observa en la Figura 27 adjunta. Asimismo, podemos ver que en la dosificación recomendada correspondiente al 100.00% se obtuvo un buen control del ancho de fisura reduciendo en un 84.00% el ancho de fisura respecto de la mezcla patrón; sin embargo, conforme se va aumentando la dosificación de microfibras ya no se obtiene resultados tan resaltantes en base a la reducción si no es hasta una dosificación de 175.00% donde se obtiene una reducción del 99.80% del ancho de fisura el cual se mantiene igual para una dosificación del 200.00%. Por lo tanto, la dosificación más óptima para controlar la retracción plástica con la microfibras sintéticas de polipropileno es a una dosificación de 175.00% respecto a la dosificación recomendada por el fabricante.

Figura 20. Análisis comparativo del Ratio de Reducción de Fisuras.

4.1.2. Resultados para Concreto Fresco

4.1.2.1. Contenido de Aire

- Drymix RC4020: El contenido de aire que se muestra en las mezclas con dosificaciones de microfibra sintética acrílica muestra que posee una tendencia oscilante conforme se realizan las dosificaciones de fibra. Este contenido varía entre el 1.20% como menor resultado de contenido de aire y los 2.10% como mayor pico en contenido de aire. Ambos puntos corresponden a dosificaciones de 125.00% y 100.00% respectivamente y demuestra que la adición de la microfibra sintética acrílica reduce el porcentaje de vacíos en la mezcla de concreto, volviéndola una mezcla más consistente y densa respecto a su mezcla patrón de un porcentaje de contenido de aire de 2.50%.
- Fibra Ultrafina: El contenido de aire que se muestra en las mezclas con dosificaciones de microfibra sintética de polipropileno muestra que posee variaciones en comparación a su mezcla de control ya que como se observa en la Figura 21 tiene una tendencia oscilante que va desde los 0.90% a los 2.30% como puntos mínimos y máximos en base a las dosificaciones realizadas, específicamente en las dosificaciones 100.00% y 175.00% respectivamente, lo cual demuestra que la adición de esta microfibra sintética reduce la cantidad de vacíos de la mezcla de concreto haciéndola más consistente y densa que su mezcla patrón de airea de 2.50%, caso similar al ocurrido con la microfibra Drymix RC4020.

Figura 21. Análisis comparativo del Contenido de Aire.

4.1.2.2. Peso Unitario del Concreto

- Drymix RC4020: En el ensayo de Peso Unitario para las mezclas de concreto la mezcla patrón arrojó un valor de 2384.00 kg/m^3 y para las mezclas con diferente dosificación de microfibras sintéticas acrílicas se obtuvieron resultados distintos, en algunos casos, en comparación a la mezcla patrón, sin embargo, no fueron de mucha variación obteniendo como un punto máximo de resultado un valor de 2388.00 kg/m^3 para una dosificación de 100.00% y un menor resultado correspondiente a 2382.00 kg/m^3 en dos dosificaciones, en 25.00% y 175.00%. El resto de las dosificaciones se mantuvieron dentro de este rango incluso sin variar el resultado de la mezcla patrón, estas se ven con mayor detalle en la Figura 21, por lo que se deduce que la adición de la microfibras sintéticas acrílicas no cambia el peso unitario del concreto significativamente.
- Fibra Ultrafina: Para las mezclas con dosificaciones de microfibras sintéticas de polipropileno se obtuvieron varios resultados en comparación a la mezcla patrón de 2384.00 kg/m^3 . La adición de esta microfibras hizo variar el peso unitario del concreto en valores que van como punto máximos y mínimos de 2388.00 kg/m^3 y 2383.00 kg/m^3 respectivamente. Esto para las

dosificaciones de 75.00% para el máximo valor y el mínimo se repite en dos dosificaciones, para las adiciones de 100.00% y 125.00% de microfibra sintética de polipropileno. Asimismo, se puede observar en la Figura 22 que los valores del resto de dosificaciones, como se mencionó, están dentro del rango indicado el cual no demuestra una gran variación en comparación a su mezcla patrón por lo que se deduce que la adición de la microfibra sintética de polipropileno no afecta directamente al peso unitario del concreto.

Figura 22. Análisis comparativo de Peso Unitario.

4.1.2.3. Asentamiento (Slump)

- Drymix RC4020: Como se observa en la Tabla 29 y se ve reflejado en la Figura 23, la adición de la microfibra sintética acrílica afecta directamente al asentamiento reduciéndolo considerablemente conforme las dosificaciones se ven incrementadas. Se observa como para una mezcla de control que se obtuvo un asentamiento de 5.00” ante una dosificación mínima de 25.00% disminuye 1/4” y a medida que aumenta la dosificación esta se va reduciendo al punto que para una dosificación recomendada de 100.00% tenemos un asentamiento de 2.00” lo cual es significativamente menor a la mezcla patrón obtenida. Esta reducción del asentamiento sigue

si tendencia hasta la dosificación de 125.00% manteniéndose estable hasta el 175.00% con un asentamiento de 1 1/2" siendo la más baja en la dosificación mayor de 200.00% con un asentamiento de 1.00". Esto se debe a que la microfibras sintética acrílica forma puentes de tensión con la mezcla de concreto volviéndola más consistente y menos deformable. Por lo tanto, se demuestra como la adición de la microfibras sintética acrílica reduce el asentamiento del concreto convirtiéndola en una mezcla más densa y menos trabajable conforme la dosificación se ve incrementada.

- Fibra Ultrafina: De igual forma como ocurrió con su similar acrílica, las dosificaciones realizadas para la microfibras sintética de polipropileno reducían el asentamiento de la mezcla de concreto conforme su dosificación incrementaba. Como se observa en la Tabla 29 y en la Figura 23 la tendencia que se observa a medida que las dosificaciones son incrementadas es que el Slump se ve mermado en comparación a su mezcla patrón de 5.00" de asentamiento. Se observa como para una dosificación de 25.00% se obtiene un asentamiento de 4 1/2" y conforme esta dosificación aumenta se tiene una tendencia lineal en su reducción hasta la dosificación de recomendación correspondiente al 100.00% con un asentamiento de 1 1/2" manteniéndose este valor hasta la última dosificación del 200.00%. Como su similar acrílica, la microfibras sintética de polipropileno forma los puentes de tensión en la mezcla de concreto volviéndola más consistente y con mayor densidad; no obstante, también genera una menor trabajabilidad en la mezcla de concreto conforme su dosificación se ve aumentada.

Figura 23. Análisis comparativo de Asentamiento (Slump).

4.1.2.4. Temperatura

El ensayo de temperatura realizado para las distintas mezclas de concreto se puede observar según la Tabla 30 obteniendo que esta adición no tiene influencia en la temperatura a medida que se agrega la fibra, por lo que se deduce que no existe una diferencia en base a esta característica entre un concreto convencional y uno con adiciones de fibras sintéticas.

4.1.3. Resultados para Concreto Endurecido

4.1.3.1. Compresión

El ensayo de resistencia a la compresión del concreto para especímenes cilíndricos se realizó a una edad de probetas de 7 días. Si bien el diseño de la resistencia a la compresión específica es de $f'_c = 210.00 \text{ kg/cm}^2$, realizar el diseño por el método del ACI 211-1 considera que el diseño con la resistencia a la compresión media requerida es de $f'_c = 294.00 \text{ kg/cm}^2$ tratando de asegurar no obtener resistencias menores a la compresión específica.

- Drymix RC4020: Los resultados del ensayo de resistencia a la compresión cilíndrica del concreto para las dosificaciones de microfibras sintéticas acrílicas, como se pueden observar en la Figura 24, mantienen una tendencia

similar a la mezcla patrón que tiene una resistencia de $f'_c = 413.00 \text{ kg/cm}^2$ siendo las resistencias para las dosificaciones de 25.00%, 50.00%, 75.00% y 100.00% los valores de 412.00, 413.00, 414.00 y 413.00 kg/cm^2 respectivamente; siendo su mayor resistencia la obtenida en la dosificación de 175.00% con un valor de 425.00 kg/cm^2 y la de menor resistencia obtenida con un valor de 403.00 kg/cm^2 para una dosificación de 150.00% de microfibra sintética acrílica. Por lo resultado en los ensayos y en evidencia que no existe una variación tan resaltante para las dosificaciones de microfibra sintética acrílica en relación con la mezcla patrón, se deduce que la adición de esta microfibra no refleja un aporte significativo a esta propiedad del concreto.

- Fibra Ultrafina: Los resultados para las dosificaciones de microfibra sintética de polipropileno fueron diferentes en relación con su mezcla patrón. Como se observa en la Tabla 31 y en la Figura 24, la mezcla patrón obtuvo una resistencia de 413.00 kg/cm^2 y desde la primera dosificación de 25.00% de microfibra sintética de polipropileno la resistencia a la compresión disminuye a 387.00 kg/cm^2 ; sin embargo esta resistencia para las siguientes dosificaciones mantiene una tendencia estable incluso llegando a un punto máximo de resistencia de 403.00 kg/cm^2 para una dosificación de 175.00% de microfibra para luego llegar a un punto mínimo de resistencia para una dosificación de 200.00% con un valor de 376.00 kg/cm^2 . Si bien las resistencias con dosificaciones de microfibra sintética de polipropileno tienen una menor resistencia que la mezcla patrón, la variación entre los resultados de estos especímenes no es muy considerable teniendo como máximo una variación de un 8.96% negativo para el porcentaje de dosificación del 200.00% por lo que se puede deducir que el resto de resultados son válidos y estables; asimismo, al ver la tendencia que se obtiene de la adición de microfibra sintética de polipropileno esta parece no afectar en gran medida esta propiedad del concreto, por lo que se deduce que su adición no es relevante para mejorar la resistencia a la compresión del concreto.

Figura 24. Análisis comparativo de Ensayo de Compresión.

4.1.3.2. Tracción

- Drymix RC4020: Los resultados de la resistencia a la tracción indirecta del concreto para los diseños con microfibra sintética acrílica se observan resultados variables conforme se van adicionando estas microfibras. Se observa en la Figura 25 como para las dosificaciones de 25.00%, 50.00% y 75.00% se obtienen las resistencias de 34.10, 33.10 y 31.10 kg/cm² siendo resultados mayores en comparación a su mezcla patrón de 30.50 kg/cm², sin embargo, es en la dosificación de 100.00% y 125.00% donde existe una reducción de la resistencia para luego volver a incrementarse en las dosificaciones siguientes y repetir la tendencia que marca. Esta variación oscilante es debido a la distribución de las microfibras sintéticas acrílicas en la mezcla de concreto, si estas no logran una buena distribución se inicia la conformación de los nichos de microfibra que no aportan resistencia al concreto. No obstante, los resultados en comparación de la microfibra sintética acrílica y su mezcla patrón no presentan mucha variación por lo que deduce que su adición para otorgar mayor resistencia a la tracción del concreto no es significativa.

- Fibra Ultrafina: Los resultados obtenidos para las dosificaciones de microfibra sintética de polipropileno presentan diferentes valores en comparación a su mezcla patrón. La resistencia a la tracción de la mezcla patrón corresponde a 30.50 kg/cm^2 siendo, para una dosificación del 25.00%, una resistencia de 34.10 kg/cm^2 , sin embargo, de igual forma que su similar acrílica, esta resistencia va reduciéndose a medida que se incrementa la dosificación como se puede observar en la Figura 25, para luego incrementar en una dosificación de 150.00% obteniendo un valor similar a la mezcla patrón y obtener su resistencia más alta con la dosificación del 175.00%. Esta tendencia oscilante de la resistencia a la tracción indirecta del concreto por la adición de la microfibra sintética de polipropileno reside en cómo se distribuyó la microfibra en la mezcla de concreto y para mantener esta tendencia se entiende que hubo la existencia de nichos de microfibra en la mezcla de concreto, lo cual no aporta resistencia. No obstante, comparando los resultados obtenidos entre las resistencias a la tracción indirecta del concreto con dosificaciones de microfibra sintética de polipropileno y su mezcla patrón, se observa que no hay mucha variación por entre estas, por lo tanto, se deduce que esta adición a la mezcla de concreto no representa un aporte importante a esta propiedad del concreto.

Figura 25. Análisis comparativo de Ensayo de Tracción.

4.1.3.3. Flexión

- Drymix RC 4020: Los resultados de la resistencia a la flexión del concreto para las dosificaciones de microfibras sintéticas acrílicas, como se observa en la Tabla 33 y en la Figura 26, en su mayoría resultaron menores en comparación a la mezcla patrón. La mezcla patrón arrojó un resultado de 63.10 kg/cm² siendo solo superada por la dosificación de 125.00% con una resistencia a la flexión de 69.90 kg/cm². Esta disminución de la resistencia se debe en parte a la trabajabilidad que nos proporciona la mezcla de concreto con las dosificaciones de microfibras sintéticas acrílicas, lo cual puede dificultar durante el momento del moldeo en la probeta, asimismo, puede deberse también a la distribución de la microfibras en la mezcla de concreto ya que si esta no es bien distribuida generará los nichos de fibra en la mezcla lo cual no aporta resistencia ante esfuerzos para el concreto.
- Fibra Ultrafina: Los resultados de la resistencia a la flexión con microfibras sintéticas de polipropileno como se observa en la Tabla 33 y la Figura 26 se puede observar que la mayoría de los valores resultan menores a su mezcla patrón de 63.10 kg/cm² resultando como mayor resistencia la realizada en

el espécimen con 100.00% de microfibra sintética de polipropileno. De igual forma como su similar acrílica, la disminución de la resistencia se debe a la trabajabilidad para el moldeo de los especímenes debido a que a mayor dosificación de fibra la trabajabilidad se ve mermada; asimismo, los nichos de microfibra sintética de polipropileno también ocurren en las mezclas de concreto lo cual origina una reducción de resistencia debido a que estas no se distribuyen correctamente y quedando atrapadas unas con otras sin generar puentes de tensiones en la mezcla.

Figura 26. Análisis comparativo de Ensayo de Flexión.

4.2. Comparativo de resultados del concreto normal y el concreto reforzado con fibras sintéticas

4.2.1. Retracción Plástica

Como se detallan los resultados en la Tabla 26 y se observa la tendencia de la reducción del ancho de fisura en la Figura 20, se ve como la adición de las microfibras sintéticas aportan y ayudan sustancialmente al control de la retracción plástica. Las dosificaciones realizadas de microfibra sintética parten desde la dosificación recomendada por los fabricantes que corresponde para la presente

Tesis a una dosificación del 100.00%. Para esta dosificación obtuvimos los resultados para la microfibras sintética acrílica con un CRR de 93.20% y para su similar correspondiente a la de polipropileno se obtuvo un CRR de 84.00%, ambos resultados son buenos ejemplos de que este material aporta bastante a la reducción del ancho de fisura como se puede observar en el Anexos 30 y 31 en la que se tiene un ancho de fisura promedio para la dosificación 100.00% de microfibras sintética acrílica de 0.06 mm y para la dosificación del 100.00% de microfibras sintéticas de polipropileno un resultado de 0.13 mm; sin embargo, es bueno resaltar que estos resultados estarían clasificados, en referencia a la Tabla 2, como fisuras y por ende deben ser aun mitigadas para poder evitar futuros problemas y no comprometer seriamente a la estructura. Asimismo, también se puede ver que ambas no tienen un mismo comportamiento ni desempeño similar ya que al comparar ambos resultados es la microfibras sintética acrílica la que obtiene un mejor resultado que su similar de polipropileno. Este aspecto se nota con mayor detalle en la Figura 20 donde para una dosificación del 25.00% se obtienen los siguientes resultados: 40.20% de CRR para la microfibras sintética acrílica y 24.60% de CRR para la microfibras sintéticas de polipropileno. Se ve como la microfibras sintética acrílica tiene un mejor desempeño en reducción del ancho de fisura que su similar de polipropileno y esta se mantiene en la siguiente dosificación del 50.00% en la que se obtiene un CRR de 72.70% y 56.10% de CRR para la acrílica y polipropileno respectivamente, manteniendo la tendencia en la siguiente dosificación del 75.00% con un resultado del 89.30% para la acrílica y 57.60% para la de polipropileno. Esta tendencia se mantiene estable para las dosificaciones mayores a las recomendadas por el fabricante y es en este punto donde se tienen resultados importantes en base al control de la retracción plástica. es a partir de la dosificación 125.00% donde se tiene ya un control de la retracción plástica con un 99.20% para la microfibras sintética acrílica y 93.00% para la microfibras sintéticas de polipropileno y esto se ve en el ancho de fisura promedio de ambos resultados con los valores de 0.01 mm y 0.06 mm respectivamente y es para una dosificación de 150.00% donde se tiene un control total de la retracción plástica para la microfibras sintética acrílica con un CRR del 100.00% en comparación del 93.20% que obtuvo la microfibras sintéticas de polipropileno el cual no tuvo un mayor desempeño que su dosificación anterior.

Ambas microfibras obtuvieron un ancho de fisura de 0.00 mm para la acrílica y 0.06 mm para la de polipropileno manteniendo este último el mismo valor que su dosificación anterior. Y es en las dosificaciones del 175.00% y 200.00% en la que los resultados se mantienen iguales al tener los resultados de un CRR del 100.00% y un ancho de fisura del 0.00 mm para la microfibra sintética acrílica y un CRR del 99.80% con un ancho de fisura del 0.00 mm para la microfibra sintética de polipropileno, logrando controlar totalmente la retracción plástica del concreto. Por lo tanto, se define que la dosificación óptima para controlar la retracción plástica del concreto es: 150.00% para la microfibra sintética acrílica y 175.00% para la microfibra sintética de polipropileno al presentar un 100.00% de control del ancho de fisura con un valor del 0.00 mm.

Figura 27. Imagen de cúmulos de microfibras sintéticas en la matriz del concreto.

4.2.2. Contenido de Aire

Como se observa en la Tabla 27 y en la Figura 21, la adición de las microfibras sintéticas reduce el contenido de vacíos de la mezcla de concreto ya que para las diferentes dosificaciones realizadas a la mezcla de concreto se obtuvieron valores menores al 2.50% de vacíos correspondiente a su mezcla patrón. Es con esta premisa que se puede observar como para la primera dosificación de microfibra sintética correspondiente a un 25.00% ya se tiene un porcentaje de 2.00% de contenido de aire tanto para la microfibra sintética acrílica como para la

de polipropileno. De igual forma, las siguientes dosificaciones realizadas a la mezcla de concreto presentan resultados variables debido a que en las primeras cuatro dosificaciones, que corresponden hasta la dosificación recomendada por los fabricantes, es la microfibras sintética de polipropileno la que reduce en mayor cantidad el contenido de aire en la mezcla de concreto en comparación a su similar acrílica ya que mantiene una tendencia lineal hasta tener un contenido de aire correspondiente a 0.90% para el 100.00% de dosificación resultado contrario al 2.10% que presentó la microfibras sintética acrílica. Sin embargo, es en las siguientes dosificaciones correspondientes al 125.00%, 150.00%, 175.00% y 200.00% en la que las mezclas de concreto con microfibras sintéticas acrílica presentan un menor porcentaje de contenido de aire que la de polipropileno. Sin embargo, al enfocarse en las dosificaciones que obtuvieron un mejor desempeño en controlar la retracción plástica que corresponden al 150.00% para la microfibras sintética acrílica y 175.00% para la microfibras sintética de polipropileno, sus contenidos de aire se mantienen similares (1.50% para la acrílica y 1.40% para la de polipropileno) por lo que se deduce que cuando se controla la retracción plástica con ambos tipos de microfibras el contenido de aire del concreto entre ambas microfibras trabajan de forma similar llenando los vacíos y reteniendo el agua para evitar el exceso de exudación del concreto; no obstante, siempre el resultado será menor en comparación con su mezcla patrón.

4.2.3. Peso Unitario

El peso unitario del concreto no presentó una variación sustancial a medida que las dosificaciones de microfibras sintéticas fueron realizadas a las diferentes mezclas de concreto y estas se pueden observar en la Tabla 28 y con mayor detalle de la tendencia en la Figura 22. La mezcla patrón obtuvo un peso unitario de 2384.00 kg/m³, un valor correcto considerando que este valor oscila entre los 2200.00 y 2400.00 kg/m³ normalmente; asimismo, los pesos unitarios para la microfibras sintética acrílica están en el rango de 2382.00 y 2388.00 kg/m³ y para su similar de polipropileno entre los rangos de 2383.00 y 2388.00 kg/m³. Comparando entre los resultados que cada microfibras sintética obtuvo con sus dosificaciones podemos ver que para una dosificación del 25.00% se obtiene un peso unitario de 2384.00 kg/m³ para la microfibras sintética de polipropileno y 2382.00 kg/m³ para

la microfibras sintética acrílica, valores muy similares entre sí y es en la dosificación recomendada por los fabricantes correspondiente al 100.00% un peso unitario de 2388.00 kg/m³ para la acrílica y 2383.00 kg/m³ para la de polipropileno con una diferencia mínima. Asimismo, tomando como referencia las dosificaciones con las que se obtuvieron un control de la retracción plástica óptima, para una dosificación del 150.00% la microfibras sintética acrílica obtuvo 2385.00 kg/m³ en su peso unitario y para una dosificación del 175.00% para la microfibras sintética de polipropileno el resultado del peso unitario fue de 2384.00 kg/m³, igual a la mezcla patrón del concreto; por lo tanto, la adición de la microfibras sintética para ambas dosificaciones que controlan la retracción plástica no afecta ni representa un varianza importante en el peso unitario del concreto.

4.2.4. Asentamiento (Slump)

Según los resultados obtenidos para el ensayo de Asentamiento del concreto que se ven en la Tabla 29 y como muestra la tendencia la Figura 23, la adición de la microfibras sintética a la mezcla de concreto afecta directamente al Slump reduciéndolo paulatinamente conforme se va incrementando su dosificación. La mezcla patrón posee un asentamiento de 5.00” de diseño y este asentamiento se ve reducido cuando se adiciona la microfibras sintética. Se observa como para la primera dosificación del 25.00% se obtiene 4 3/4” para la microfibras sintética de polipropileno y 4 1/2” para la microfibras sintética acrílica por lo que se puede ver que ya hay una ligera reducción del asentamiento en comparación a la mezcla patrón; asimismo, se observa que ambos asentamientos son similares por lo que se deduce que ambos afectan de igual forma a la mezcla de concreto. No obstante, para las dosificaciones del 50.00% y 75.00% se obtuvieron los asentamientos de 3.00” y 2.00” para la microfibras sintética acrílica y 3 1/2” y 2 1/2” para la microfibras sintética de polipropileno siendo esta última de menor asentamiento en las dosificaciones antes mencionadas. Para la dosificación recomendada por los fabricantes correspondiente al 100.00%, se obtuvo un asentamiento de 2.00” de Slump para la acrílica, manteniéndose igual que su dosificación anterior, y para la microfibras sintética de polipropileno un asentamiento de 1 1/2” siendo la menor en esta dosificación; sin embargo, este asentamiento correspondiente a la microfibras sintética de polipropileno se mantiene estable hasta la dosificación del 200.00%.

Este asentamiento de 1 1/2” también se mantiene estable en las dosificaciones correspondientes al 125.00%, 150.00% y 175.00% para la microfibra sintética acrílica hasta la dosificación del 200.00% que logra un asentamiento de 1.00” siendo la mínima de todas las dosificaciones realizadas. Ante este panorama y enfocándose en las dosificaciones que lograron el control de la retracción plástica que corresponden al 150.00% para la microfibra sintética acrílica y 175.00% para la microfibra sintética de polipropileno, ambas dosificaciones obtuvieron un asentamiento del 1 1/2”. Por lo tanto, se deduce que para estas dosificaciones óptimas de microfibras sintéticas el Slump se mantiene igual; de igual forma, se recalca que el asentamiento es una de las propiedades del concreto que se ve más afectadas por la introducción de las microfibras sintéticas, por lo que su control a esta propiedad es importante para lograr una trabajabilidad útil del concreto.

4.2.5. Temperatura.

Para ambos tipos de microfibra sintética, tanto para la de polipropileno como para la acrílica, los resultados del ensayo de temperatura del concreto no presentan una relación directa por haber realizado las adiciones de las distintas dosificaciones de microfibras a las mezclas de concreto, estas presentaron una temperatura estable conforme a la temperatura ambiente tomada durante los vaciados. Por lo tanto, la afectación de esta propiedad del concreto por parte de la introducción de las microfibras sintéticas es nula.

4.2.6. Compresión

Los ensayos de resistencia a la compresión cilíndrica del concreto presentaron valores diferentes entre las dosificaciones de microfibra sintética en las mezclas de concreto. Si bien la mezcla patrón obtuvo una resistencia de 413.00 kg/cm² y las resistencias de ambas microfibras sintéticas, como se pueden observar en la Tabla 31 y la Figura 24, resultaron en valores con varianzas aceptables, es prudente reconocer cual obtuvo un mejor desempeño. Comparando ambos resultados, en la dosificación del 25.00% la microfibra sintética acrílica obtuvo una resistencia de 412.00 kg/cm² y la microfibra sintética de polipropileno obtuvo una resistencia de 387.00 kg/cm². Esta tendencia de resistencia donde la microfibra sintética acrílica es mayor en comparación a su similar de polipropileno se repite

en todas las dosificaciones tendiendo en promedio para la microfibra sintética acrílica una resistencia de 412.50 kg/cm^2 y la microfibra sintética de polipropileno un valor de 389.75 kg/cm^2 , siendo el primero un valor casi igual que la mezcla patrón por lo que se deduce que la microfibra sintética acrílica presenta un mayor tendencia a mantener estable la resistencia del concreto en comparación con la microfibra sintética de polipropileno. No obstante, al enfocarse en las dosificaciones que obtuvieron el control de la retracción plástica, que corresponden a 150.00% para la acrílica y 175.00% para la de polipropileno, ambas resistencias obtuvieron un valor de 403.00 kg/cm^2 por lo que se deduce que para el control de la retracción plástica ambas microfibras afectarán de igual forma a esta propiedad del concreto.

4.2.7. Tracción

Los resultados del ensayo de tracción indirecta del concreto, como se ven en la Tabla 32 y la Figura 25, presentan puntos variables de cambios de resistencia por cada dosificación de microfibra sintética realizada a las mezclas de concreto respecto de su mezcla patrón. La resistencia a la tracción indirecta del concreto de la mezcla patrón obtuvo un resultado de 30.50 kg/cm^2 y para la dosificación del 25.00% se obtuvo una resistencia de 34.10 kg/cm^2 para ambas microfibras sintéticas. Sin embargo, a partir de la dosificación del 50.00% ambas microfibras tienen resultados distintos. Por ejemplo, para esta dosificación la microfibra sintética acrílica obtiene un resultado de 33.10 kg/cm^2 de resistencia mientras que la microfibra sintética de polipropileno obtiene un resultado de 27.90 kg/cm^2 , menor a su similar acrílica y a su mezcla patrón. Esta tendencia se mantiene en la dosificación del 75.00% donde la microfibra sintética acrílica es mayor que la mezcla patrón y la microfibra sintética de polipropileno, siendo esta última también menor que la mezcla patrón; sin embargo, en la dosificación recomendada por los fabricantes correspondiente al 100.00%, así como la dosificación del 125.00%, la microfibra sintética acrílica mantiene una resistencia mayor que la de polipropileno, pero ambos son menores que la mezcla patrón. Asimismo, para la dosificación del 150.00% es la microfibra sintética acrílica la que presenta una mayor resistencia con un esfuerzo de 33.40 kg/cm^2 contra la resistencia de su similar de polipropileno con un esfuerzo de 30.60 kg/cm^2 , siendo esta última de un valor similar a la mezcla

patrón Esta tendencia se mantiene en la dosificación del 175.00% con una resistencia del 37.70 kg/cm² para la microfibra sintética acrílica y 34.20 kg/cm² para la microfibra sintética de polipropileno. Solo en la dosificación del 200.00% es la microfibra sintética de polipropileno mayor que su similar acrílica con una resistencia del 32.50 kg/cm² contra una resistencia del 30.00 kg/cm². En la mayoría de todas las dosificaciones es la microfibra sintética acrílica la que posee una mayor resistencia que la microfibra sintética de polipropileno por lo que se deduce que esta microfibra posee un mejor desempeño para la resistencia a la tracción indirecta del concreto. De igual forma, al enfocarse en las dosificaciones óptimas que controlan la retracción plástica que corresponden a 150.00% para la acrílica y 175.00% para la de polipropileno, estas tienen una resistencia de 33.40 kg/cm² y 34.20 kg/cm² respectivamente. Estas resistencias tienen valores similares y son mayores a la mezcla patrón por lo que la microfibra sintética afecta de igual forma en las dosificaciones que logran controlar la retracción plástica, así como aumentar la resistencia a la tracción indirecta del concreto.

4.2.8. Flexión

Los resultados para en el ensayo de resistencia a la flexión del concreto resultaron en su mayoría menores a su mezcla patrón. La mezcla patrón obtuvo una resistencia a la flexión de 63.10 kg/cm² y las mezclas con dosificaciones de microfibra sintética obtuvieron valores menos que la mezcla patrón, como por ejemplo en la dosificación del 25.00% la microfibra sintética acrílica obtuvo una resistencia de 57.20 kg/cm² y la microfibra sintética de polipropileno obtuvo una resistencia de 59.80 kg/cm², valores muy similares pero menores que la mezcla patrón. Asimismo, para las dosificaciones de 50.00% y 75.00% la microfibra sintética acrílica obtuvo un resultado mayor que su similar de polipropileno con unas resistencias de 56.70 y 57.40 kg/cm² para ambas dosificaciones contra 45.10 y 49.20 kg/cm² de la de polipropileno. Sin embargo, en la dosificación recomendada por el fabricante correspondiente al 100.00% es la microfibra sintética de polipropileno la que posee un resultado mayor a la mezcla patrón con 68.50 kg/cm², de igual forma para esta dosificación el menor resultado corresponde a la microfibra sintética acrílica con una resistencia de 54.20 kg/cm². Para la dosificación correspondiente al 125.00%, la microfibra sintética acrílica posee la mayor

resistencia para dicha dosificación con una resistencia de 69.90 kg/cm^2 , de igual forma la resistencia de su similar de polipropileno obtuvo un valor similar a la mezcla patrón con resultado de 63.00 kg/cm^2 . Para la dosificación de 150.00% ambas microfibras sintéticas vuelven a ser de menor resistencia que la mezcla patrón obteniendo resultados para la acrílica y la de polipropileno las resistencias de 60.30 kg/cm^2 y 59.90 kg/cm^2 respectivamente. La siguiente dosificación correspondiente al 175.00% la microfibra sintética de polipropileno obtiene un resultado bastante bajo con una resistencia de 36.00 kg/cm^2 mientras que su similar acrílica tuvo un resultado más similar a la mezcla patrón con una resistencia de 63.00 kg/cm^2 y ya en la dosificación del 200.00%, tanto la microfibra sintética acrílica y polipropileno, obtuvieron resultados similares también con unas resistencias de 45.90 kg/cm^2 y 46.50 kg/cm^2 respectivamente, siendo ambos menores que la mezcla patrón. Observando los resultados se deduce que la microfibra sintética acrílica posee un mejor desempeño en mantener la resistencia a la flexión que su similar de polipropileno; sin embargo, al enfocarse en las dosificaciones que lograron la retracción plástica que corresponden a 150.00% para la acrílica y 175.00% para la de polipropileno, estas obtienen las resistencias de 60.30 kg/cm^2 y 36.00 kg/cm^2 respectivamente, siendo la de polipropileno la de menor valor por lo que este resultado no es favorable para dicha propiedad.

CAPÍTULO 5.

ANÁLISIS ECONÓMICO

El presente capítulo muestra el impacto económico de la adición de las microfibras sintéticas acrílicas Drymix RC 4020 y de polipropileno Fibra Ultrafina a las mezclas de concreto según la dosificación a realizar por metro cúbico.

5.1. Análisis comparativo económico

Precio de la adición de la microfibra sintética a la mezcla del concreto		
Código de mezcla	CRR	S/. / m³
210N-0F	0.00%	0.00
210N-25FA	40.20%	3.86
210N-50FA	72.70%	7.72
210N-75FA	89.30%	11.57
210N-100FA	93.20%	15.43
210N-125FA	99.20%	19.29
210N-150FA	100.00%	23.15
210N-175FA	100.00%	27.00
210N-200FA	100.00%	30.86
210N-25FP	24.60%	5.10
210N-50FP	56.10%	10.20
210N-75FP	57.60%	15.30
210N-100FP	84.00%	20.40
210N-125FP	93.00%	25.50
210N-150FP	93.20%	30.60
210N-175FP	99.80%	35.70
210N-200FP	99.80%	40.80

Tabla 34. Tabla del análisis económico de las microfibras sintéticas.

La Tabla 34 muestra los precios que representan la adición de la microfibra sintética a la mezcla de concreto. Estos precios no representan un valor muy elevado y su uso es tan simple que optar por su adición a la mezcla de concreto es bastante favorable para las propiedades del concreto como ya se vieron comentadas en el capítulo anterior de la presente Tesis. Se puede observar que el precio de venta en el mercado nacional para la microfibra sintética acrílica, para una dosificación del 100.00% debido a que representa el total de una bolsa, corresponde a un costo de

15.43 soles por bolsa de 600 gr, asimismo, la microfibras sintética de polipropileno tiene un precio de venta de 20.40 soles por bolsa de 300 gr. Sin embargo, al enfocarse en las dosificaciones que lograron el control de la retracción plástica, que corresponden al 150.00% de la microfibras sintética acrílica y 175.00% de la microfibras sintética de polipropileno, estos precios serían 23.15 soles y 35.70 soles por metro cúbico de concreto respectivamente, y considerando su conversión a gramos vendría a ser 900.00 gr/m³ para la microfibras sintética acrílica y 525.00 gr/m³, lo cual sigue sin representar un precio elevado considerando que su uso es tan sencillo como adicionar directamente la bolsa de microfibras sintética a la mezcla de concreto.

CAPÍTULO 6.

CONCLUSIONES

El presente capítulo da a conocer las diferentes conclusiones obtenidas a partir de ensayos realizados para el concreto tanto en su estado fresco, endurecido y de retracción plástica debido a las adiciones de las microfibras sintéticas acrílicas Drymix RC 4020 y de polipropileno Fibra Ultrafina. Estas conclusiones son realizadas en función de los objetivos específicos indicados en el capítulo 1.

6.1. Conclusiones

- **Definir el proceso de retracción plástica y el efecto de la adición de microfibras sintéticas en el concreto.**
 - La retracción plástica es el cambio volumétrico que presenta el concreto en la etapa inicial de hidratación debido a la evaporación del agua; en consecuencia, se generan mayores esfuerzos en la superficie los cuales visualizamos como fisuras.
 - La adición de microfibras sintéticas en el concreto generan barreras en la mezcla evitando que el agua de exudación ascienda antes de que se culmine el proceso de hidratación del cemento.
 - La microfibras sintéticas DRYMIX y FIBRA ULTRA FINA son fibras comerciales en el mercado peruano por lo tanto realizar el ensayo con ambas nos ayuda a comprender el desempeño de estas dos fibras según las proporciones realizadas.
 - Los puentes de tensiones que se genera en la mezcla de concreto gracias a la adición de la microfibras sintéticas apoyan en la resistencia de los esfuerzos generados por la retracción plástica.
- **Describir el ensayo de retracción plástica mediante paneles normados por el ASTM C1579-13.**
 - Al mantener las mismas condiciones ambientales para todos los ensayos realizados la única variable a tomar en cuenta es la fisuración del concreto debido a las diferentes proporciones de microfibras sintéticas adicionadas.

- El ensayo del ASTM C1579-13 se expone las mezclas en un ambiente de condiciones severas a través de calentadores y ventiladores para inducir la rápida pérdida del agua de exudación.
- El uso de una base metálica de tres restricciones internas genera mayores tensiones en la superficie del concreto aportando a la formación de fisuras en el estado plástico del concreto ensayado.
- **Aplicar el ensayo de retracción plástica mediante paneles normados por el ASTM C1579-13 con diferentes dosificaciones de dos microfibras sintéticas comerciales del Perú.**
 - La fácil aplicación de las fibras en la mezcla de concreto y la colocación de la mezcla en una sola capa sobre los paneles generadores de tensiones facilita la realización del ensayo a fin de verificar el desempeño de las microfibras para la mitigación de la retracción plástica.
 - El ensayo de retracción plástica según la norma ASTM C1579, con la aplicación de paneles normalizados con base metálica con tres restricciones resulto adecuado para evaluar el desarrollo de las fisuras por retracción plástica en las primeras horas comparando un concreto patrón y otros adicionados con microfibras sintéticas acrílica y de polipropileno.
 - El método del ASTM C1579-13 no solo nos ayuda a evaluar el comportamiento de las microfibras sintéticas para el control de la retracción plástica sino que la similitud de la geometría hace equivalente al comportamiento en las losas de concreto, ya que es en áreas de mayor extensión expuestas a climas extremos donde se ve con mayor frecuencia y volumen las fisuras por retracción plásticas.
- **Analizar la información recopilada de los ensayos entre un concreto de control y concretos con adiciones de microfibra sintética de polipropileno y acrílica en estado fresco y endurecido.**
 - De acuerdo a los ensayos realizados con las microfibras sintéticas Drymix RC4020 y Fibra Ultrafina se pudo observar que el CRR (Ratio de reducción de fisuras) se reduce conforme la dosificación

de microfibras sintéticas aumenta; sin embargo el exceso de microfibras provoca nichos que no generan el puente de tensiones que alivia el esfuerzo generado por la retracción plástica.

- La propiedad que presento mayor variación fue el asentamiento del concreto, reduciéndose en comparación a la mezcla patrón debido al comportamiento de las microfibras sintéticas de formar un puente de tensiones en la mezcla de concreto.
- La resistencia a la compresión del concreto mantuvo una tendencia estable y sin mucha variación durante las diferentes dosificaciones de microfibra sintética, siendo la microfibra sintética acrílica la que mantuvo en gran medida la resistencia de la mezcla patrón en comparación a la microfibra sintética polipropileno que obtuvo menores resultados.
- La resistencia a la tracción indirecta del concreto obtuvo una tendencia oscilante con resultados variados desde mayores resistencias a la mezcla patrón por ambas microfibras sintéticas hasta menores resistencias. Sin embargo, ante las dosificaciones óptimas ambas resistencias de las microfibras sintéticas se mantuvieron similares y mayores a la mezcla patrón, por lo que su adición represento un aumento de resistencia, aunque no en gran medida.
- La resistencia a la flexión del concreto presente en las mezclas de concreto con dosificaciones de microfibra sintética presentaron en su mayoría resistencia menores a la mezcla patrón siendo la de mayor variación la microfibra sintética de polipropileno ya que en su dosificación optima de 175.00% obtuvo una resistencia de 36.00 kg/cm², siendo la menor resistencia de los ensayos realizados.
- El uso de las microfibras sintéticas no solo afecta a la retracción plástica del concreto sino también al resto de sus propiedades tanto en estado fresco como en estado endurecido; no obstante, su variación no es en valores significativos.

- **Establecer la dosificación óptima para el control de la retracción plástica con la adición de las microfibras sintéticas Drymix RC420 y FibraUltrafina.**
 - Se evidencia que el uso de las microfibras sintéticas puede controlar la retracción plástica y por ende su fisuramiento. Sin embargo, se obtiene un mejor control ante dosificaciones mayores a las recomendadas por los fabricantes.
 - La reducción del ancho de fisura obtenido con las dosificaciones recomendadas por los fabricantes correspondiente al 100.00% equivalen a 93.20% y 84.00% para la microfibra sintética acrílica y polipropileno respectivamente con un ancho de fisura promedio de 0.06 mm para la acrílica y 0.13 mm para la de polipropileno, ambas catalogadas aun como fisuras.
 - El control total de la retracción plástica se obtuvo con las dosificaciones de 150.00% para la microfibra sintética acrílica con un CRR de 100.00% y un ancho de fisura promedio de 0.00 mm, y la dosificación de 175.00% para la microfibra sintética de polipropileno con un CRR de 99.80% y un ancho de fisura promedio de 0.00 mm, por lo que estas dosificaciones corresponderían a las más óptimas para controlar la retracción plástica.

CAPÍTULO 7.

RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se expondrá las recomendaciones resultado de la ejecución de esta investigación.

7.1. Recomendaciones

- **Definir el proceso de retracción plástica y el efecto de la adición de microfibras sintéticas en el concreto.**
 - Se debería de probar la retracción plástica del concreto en otros ambientes y estructuras expuestas a climas adversos del Perú a fin de determinar cómo reacciona las microfibras sintéticas en distintos climas.
 - Se recomienda realizar una mayor investigación para el control de la retracción a fin de verificar el comportamiento de las microfibras sintéticas que no fueron evaluadas en la presente tesis y que se puede encontrar en el mercado nacional peruano.
- **Describir el ensayo de retracción plástica mediante paneles normados por el ASTM C1579-13.**
 - Si bien el ensayo indica que se puede hacer uso de distintos encofrados como de metal, madera y de plástico, se recomienda hacer uso de los encofrados metálicos debido a que el propio uso de los encofrados tiende a deformarse.
 - El ensayo permite que se pueda realizar a diversos tipos de mezclas adicionadas con una o varias fibras así como aditivos.
- **Aplicar el ensayo de retracción plástica mediante paneles normados por el ASTM C1579-13 con diferentes dosificaciones de dos microfibras sintéticas comerciales del Perú.**
 - De igual forma que el método del ASTM C1579, la norma ACI 544.2R también proporciona un método para evaluar la retracción plástica del concreto mediante un anillo de acero con restricciones a lo largo de su circunferencia; por lo que se recomienda realizar un

comparativo entre ambos ensayos a fin de verificar la exactitud entre ambas normas.

- En caso de utilizar microfibras sintéticas en estructuras expuestas en climas extremos donde el efecto de retracción plástica tenga mayor incidencia, se recomienda realizar este ensayo para verificar la dosificación correcta de acuerdo al resultado esperado.
- **Analizar la información recopilada de los ensayos entre un concreto de control y concretos con adiciones de microfibra sintética de polipropileno y acrílica en estado fresco y endurecido.**
 - Se demostró que la adición de las microfibras sintéticas afecta directamente al asentamiento del concreto por lo que es importante conocer su comportamiento logrando un asentamiento estable de 5.00” controlándolo con una mayor dosificación de aditivo plastificante o contar con un aditivo superplastificante durante el diseño de la mezcla de concreto.
 - Tener mayor cuidado al momento de distribuir la fibra en el concreto para evitar la aparición de los nichos de fibras. Es recomendable batir por más tiempo la mezcla o establecer los tiempos de 3 minutos de mezclado, 2 minutos de reposo y 3 minutos nuevamente de mezclado.
 - En caso de usar mezclas de concreto de alta resistencia con baja cantidad de agua es preferible hacer uso de aditivos plastificantes para que la ayuden en la distribución de las fibras y trabajabilidad del concreto.
- **Establecer la dosificación óptima para el control de la retracción plástica con la adición de las microfibras sintéticas Drymix RC420 y FibraUltrafina.**
 - Para el control de los efectos de la retracción plástica se recomienda en las dosificaciones óptimas logradas en la presente tesis correspondiente al 150.00% para la Drymix RC4020 con una dosis de 900.00 gr/m³ y 175.00% para la FibraUltrafina con una dosis de 525.00 gr/m³.

- Tanto las microfibras sintéticas Drymix RC4020 y la FibraUltrafina son productos comerciales que pueden adquirirse en el mercado nacional peruano y con precios bastante competitivos.

CAPÍTULO 8.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A continuación, se detalla las referencias bibliográficas, las cuales sirvieron de fundamento y base para realizar la presente investigación.

ACI Committee 209R (2008). *Prediction of Creep, Shrinkage, and Temperature Effects in Concrete Structures (209R- 97)*. American Concrete Institute. Farmington Hills.

ACI Committee 211.1 (2002). *Manual of concrete practice. Part 1: Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete (ACI 211.1-91)*. American Concrete Institute. Farmington Hills.

ACI Committee 209.1R (2005). *Report on Factors Affecting Shrinkage and Creep of Hardened Concrete (209.1R- 05)*. American Concrete Institute. Farmington Hills.

ACI Committee 221R-96 (2001). *Guide for Use of Normal Weight and Heavyweight Aggregates in Concrete (Reapproved 2001)*. American Concrete Institute. Farmington Hills.

ACI Committe 223R (2010). *Guide for the Use of Shrinkage- Compensating Concrete (223R- 10)*. American Concrete Institute. Farmington Hills.

ACI Comité 224R (2008). *Control de la Fisuración en Estructuras de Hormigón (224R- 01)*. American Concrete Institute. Farmington Hills.

ACI Committee 224.1R (2007). *Causes, Evaluation, and Repair of Cracks in Concrete Structures (224.1R-07)*. American Concrete Institute. Farmington Hills.

ACI Committee 305R (2010). *Hot Weather Concreting- Manual of Concrete Practice,Part 2 (305R- 96)*. American Concrete Institute. Farmington Hills.

ACI Committee 544.1R (2009). *State-of-the-Art Report on Fiber Reinforced Concrete (544.1R- 02)*. American Concrete Institute. Farmington Hills.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI) (2013). *ACI Concrete Terminology*. ACI. Farmington Hills.

ANONIMO (2013). *Elementos de Refuerzo: Fibras para el Concreto*. Revista Constructivo. Edición: 91. Febrero – Marzo. Pp 126-131

ASTM C29 / C29M – 07 (2007). *Historical Standard: Método de ensayo estándar para determinar la densidad en masa (peso unitario) e índice de huecos en los agregados*. ASTM International. Pensilvania.

ASTM C39-16 (2016). *Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto*. ASTM International. Pensilvania.

ASTM C78M - 15b (2015). *Método de Ensayo Normalizado para la determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto (Utilizando Viga Simple con Carga en los Tercios del Claro)*. ASTM International. Pensilvania.

ASTM C127 – 04 (2004). *Historical Standard: Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, la densidad relativa (gravedad específica), y la absorción de agregados gruesos*. ASTM International. Pensilvania.

ASTM C128 – 04a (2004). *Historical Standard: Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, la densidad relativ (gravedad específica), y la absorción de agregados finos*. ASTM International. Pensilvania.

ASTM C136 / C136M – 14 (2014). *Método de Ensayo de prueba estándar para el análisis de tamices de agregados finos y gruesos*. ASTM International. Pensilvania.

ASTM C138M - 16 (2016). *Método de Ensayo Normalizado de Densidad (Peso Unitario), Rendimiento, y Contenido de Aire (Gravimétrico) del Concreto*. ASTM International. Pensilvania.

ASTM C143M - 15 (2015). *Método de Ensayo Normalizado para Asentamiento de concreto de Cemento Hidráulico*. ASTM International. Pensilvania.

ASTM C231M - 14 (2014). *Método de Ensayo Normalizado de Contenido de Aire del Concreto Recién Mezclado Mediante el Método por Presión*. ASTM International. Pensilvania.

ASTM C496 / C496M – 17 (2017). *Método de prueba estándar para Determinación de la resistencia a la tracción por compresión diametral de especímenes cilíndricos de hormigón*. ASTM International. Pensilvania.

ASTM C1064M - 12 (2012). *Método de Ensayo Normalizado de Temperatura de Concreto de Cemento Hidráulico recién Mezclado*. ASTM International. Pensilvania.

ASTM C1116M - 10a (2010). *Especificaciones estándar de concreto reforzado con fibras*. ASTM International. Pensilvania.

ASTM C1579 - 13 (2013). *Standard Test Method for Evaluating Plastic Shrinkage Cracking of Restrained Fiber Reinforced Concrete (Using a Steel Form Insert)*. ASTM International. Pensilvania.

BAYASI, Z., y McINTYRE, M. (2002). *Application of Fibrillated Polypropylene Fibers for Restraint of Plastic Shrinkage Cracking in Silica Fume Concrete*. Revista ACI Journal of Materials. Vol. 99, N°4. American Concrete Institute. Pp. 337-344

BECKER, Edgardo (s. f.). *Fisuras de retracción plástica*. Revista Loma Negra. Vol. 1. Loma Negra. Argentina.

BINDIGANAVILE, V., y BANTHIA, N. (2001). *Polymer and Steel fiber-reinforced cementitious composites under impact loading-Part 1: Bond-Slip*. Revista ACI Journal of Materials. Vol. 98, N°1. American Concrete Institute. Pp. 17-24

CADIMA, Marcelo, y AGUIRRE, Francisco (2010). *Hormigones reforzados con fibra: Beneficios y contratiempos*. Revista i-Civil. Edición 6, 2009-2010. Pp. 45-61

CÉSPEDES GARCÍA, Marco Antonio (2003). *Resistencia a la Compresión del Concreto a partir de la velocidad de pulsos de ultrasonido*. (Tesis de pregrado). Universidad de Piura, Piura, Perú.

GALLO, Willy (2006). *Inspecciones técnicas de seguridad estructural en edificaciones de concreto armado*. (Tesis de pregrado). Universidad de Piura, Piura, Perú.

GONZÁLES, Luis (2010). *Generalidades sobre las fibras artificiales*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia.

HABIB, A., BEGUM, R., y MYDUL, M. (2013). *Mechanical Properties of Synthetic Fibers Reinforced Mortars*. Revista International Journal of Scientific and Engineering Research. Vol. 4, N°4, Abril. Pp. 1-5

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO (IMCYC) (2007). *Concreto reforzado con fibras*. Revista Construcción y Tecnología. Vol. 13, Febrero. Pp 68- 71.

JOHNSTON, C. D. (2001). *Fiber reinforced cements and concretes*. 3a. ed. Ottawa: Advances in Concrete Technology.

MAJORAL, R., BERGE, B., y RIBEIRO, P. (2012). *Fibras metálicas vs. Fibras sintéticas en uso estructural: túneles, elementos prefabricados y pavimentos industriales*. Revista Obras Urbanas. Octubre 2011. Pp. 5-13

MENDOZA, Carlos Javier, AIRE, Carlos, y DÁVILA, Paula (2011). *Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plástico y endurecido*. Revista Concreto y Cemento, Investigación y Desarrollo. Vol 2, Núm. 2, enero- junio. Pp. 35-47.

MENDOZA, Carlos Javier, AIRE, Carlos, y DÁVILA, Paula (Diciembre de 2011). *Polypropylene Fibers Reinforced Concrete: Optimization on plastic shrinkage cracking*. Second International Conference on Future Concrete. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/263450601_POLYPROPYLENE_FIBERS_REINFORCED_CONCRETE_OPTIMIZATION_ON_PLASTIC_SHRINKAGE_CRACKING [Consulta: 13 de Diciembre del 2019]

NATIONAL READY MIXED CONCRETE ASSOCIATION (NRMCA) (s. f.) *CIP 5- Plastic Shrinkage Cracking. Concrete in Practice*. Recuperado de <https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/05p.pdf> [Consulta: 15 de Enero del 2018]

Norma Técnica Peruana 400.012 (2001). **AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global**. Lima: NTP.

Norma Técnica Peruana 339.083 (2012). **Contenido de aire en el concreto fresco- Método de presión**. Lima: NTP.

Norma Técnica Peruana 339.084 (2012). **Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica**. Lima: NTP.

Norma Técnica Peruana 339.185 (2002). **AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado**. Lima: NTP.

Norma Técnica Peruana 400.022 (2002). **AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino**. Lima: NTP.

Norma Técnica Peruana 400.021 (2002). **AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso**. Lima: NTP.400.021:2011

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

PADRON, Isabel, y ZOLLO, Ronald (1990). *Effect of Synthetic Fibers on Volumen Stability and Cracking of Portland Cement Concrete and Mortar*. Revista Journal of Materials. Vol. 87, N°4. American Concrete Institute. Pp. 327-332

PORTELLA, Julio (2005). *The synthetic fibers in the concrete plastic properties*. Revista Ingeniería de Construcción. Vol. 20, N° 1, abril. Pp. 15-24

RIVVA LOPEZ, Enrique (1992). *Diseño de Mezclas* (1er ed.) Lima: Hozlo S.C.R.L.

RUIZ, A., LÓPEZ, J., y MARTÍNEZ, J. (2005). *La influencia de las fibras sintéticas en las propiedades de hormigones frescos*. Revista Ingeniería de Construcción. Vol. 20, N°1, Abril. Pp 159-168

SIKA (2014) *Concreto reforzado con fibras*. Revista Concreto. Vol. 194, N° 8. Sika.

VOIGT, T., BUI, V., y SHAH, S. (2004). *Drying shrinkage of concrete reinforced with fibers and welded-wire fabric*. Revista ACI Journal of Materials. Vol. 101, N°3. American Concrete Institute. Pp. 233-241

WANG, K., SHAH, S., y PHUAKSUK, P. (2001). *Plastic shrinkage in Concrete Materials – Influence of fly ash and fibers*. Revista ACI Journal of Materials. Vol. 98, N°6. American Concrete Institute. Pp. 458-464.

ANEXOS

ANEXO 1: Ficha técnica de la microfibrila sintética de polipropileno Fibra Ultrafina de la marca CHEMA.

DESCRIPCIÓN Las fibras sintéticas CHEMA FIBRA ULTRAFINA corresponden a una nueva generación de microfibras de polipropileno para refuerzo secundario de concreto. Esta tecnología única combina un diámetro ultra fino y ultra alta resistencia.

Literalmente, cientos de millones de filamentos de las Fibras Sintéticas CHEMA FIBRA ULTRAFINA están en un metro cúbico de concreto, creando una red tridimensional extremadamente densa en el concreto. Esta red, constituida por filamentos de alta resistencia a la tensión y alto módulo, inhiben el agrietamiento del concreto a un nivel microscópico.

La habilidad de las fibras CHEMA FIBRA ULTRAFINA de reducir el agrietamiento en las primeras 24 horas después de colocado el concreto, permiten una dramática reducción de la dosis recomendada, cuando se compara con otras fibras monofilamento del mercado.

VENTAJAS

- Excelente acabado.
- Distribución uniforme en la matriz.
- Virtualmente invisible en el concreto.
- Cuando se mezcla según la norma de ASTM C94, las fibras siempre están en la posición adecuada.
- Reduce la formación de grietas por contracción plástica, agrietamiento plástico y grietas por asentamiento en el concreto (ICCES 32) y migración de agua en exudación.
- Incrementa la resistencia al impacto (ASTM C544), la resistencia a facturación (ASTM C496) y abrasión (durabilidad de la superficie).
- Reduce la permeabilidad.
- Reduce el astillamiento causado por la explosión del concreto expuesto a fuego.

USOS

- En losas de concreto.
- En elementos pre fabricados de concreto.
- En tarrajes para evitar fisuramiento superficial.
- En cualquier estructura de concreto o elemento de concreto donde se requiera evitar fisuras superficiales.

DATOS TÉCNICOS

Material	: Polipropileno Virgen 100%
Diseño	: Monofilamento
Diámetro	: 12 Micrones (+1/-3 Micrones)
Color	: Natural
Gravedad Específica	: 0.91 gr/cm ³
Humedad	: < 2%
Área de Superficie Específica	: 370 m ² /Kg / 1.790 ft ² /lb
Punto de Fusión	: 160°C / 320°F
Módulo de Elasticidad	: 5.5 GPA / 800 ksi
Tenacidad	: 8.5 cN/dtex/765 MPa/110 KSI
Resistencia a la Tensión	: 110 ksi (765 MPa)
Punto de Ignición	: 590°C / 1094°F
Conductividad Térmica y Eléctrica	: Baja
Elongación a la Ruptura	: < 25%
Absorción de Agua	: Cero
Resistencia Química y Alcalina	: Excelente

CHEMA FIBRA ULTRAFINA

Fibra de polipropileno para refuerzo tridimensional en morteros y concretos, reductor de rajaduras

ADI.2.9.1
RMP – V.0

	Lubricación	: < 15%
	Longitudes de Cortes de Fibras Disponibles : ¾" (12 mm) y ¾"(19 mm) y combinaciones	
PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO	1.	Se agrega una bolsa hidrosoluble de 300 gr directamente al mixer por cada m ³ de concreto o mortero antes, durante o después de que la mezcla de concreto este lista. Se recomienda seguir los procedimientos de mezcla especificados en ASTM C94.
RENDIMIENTO	Una bolsa de 300 gr por m ³ de concreto, mortero o según recomendación del proyectista.	
PRESENTACIÓN	Envase de 300 gr (Código: 27003404)	
ALMACENAMIENTO	De almacenarse en un lugar fresco, ventilado y sellado bajo techo el tiempo de vida útil será de 5 años.	
PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES	<p>En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico).</p> <p>Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños.</p> <p>No comer ni beber mientras manipula el producto.</p> <p>Lavarse las manos luego de manipular el producto.</p> <p>Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo.</p> <p>Almacene el producto bajo sombra y en ambientes ventilados.</p> <p>En caso de contacto con los ojos y la piel, lávelos con abundante agua.</p> <p>Si es ingerido, no provocar vómitos, procurar ayuda médica inmediata.</p>	

ANEXO 2: Ficha técnica de la microfibrá sintética acrílica Drymix RC 4020 de la marca Sudamericana de fibras.

DRYMIX RC 4020®

MICROFIBRA ACRÍLICA PARA CONCRETO

DESCRIPCIÓN

DRYMIX RC 4020 es una microfibrá acrílica de alta tenacidad, que al ser mezclada con el concreto, reduce la aparición de fisuras por contracción plástica. Las fibras crean una red tridimensional en la matriz del concreto que incrementa la resistencia a la fisuración por contracción plástica en estado fresco. La fibra de acrílico **DRYMIX RC 4020** es resistente a medios ácidos y alcalinos, no contiene productos corrosivos.

APLICACIONES PRINCIPALES

- Losas de concreto para proyectos industriales, comerciales y residenciales.
- Muros de ductilidad limitada.
- Lechos de cimentación, cimentaciones, paredes y tanques.
- Tubos de concreto, concreto pre-fabricado, vigas pre-tensadas y post-tensadas.

CARACTERÍSTICAS / BENEFICIOS

- Reduce la fisuración por contracción plástica del concreto.
- Controla el agua de exudación.
- Aumenta la durabilidad de la superficie al reducir o eliminar la fisuración.
- Reduce la permeabilidad en la superficie como consecuencia de la reducción de fisuración y control de exudación.

INFORMACIÓN TÉCNICA

Gravedad Específica	:	1.17 g/cm ³
Absorción	:	0.0%
Tenacidad	:	40 cN/Tex
Alargamiento a la rotura	:	26%
Longitud	:	2 cm
Punto de Fusión	:	> 270°C
Resistencia a los Álcalis	:	Buena
Resistencia a los Ácidos	:	Buena
Resistencia al Moho	:	Buena

DOSIFICACIÓN

DRYMIX RC 4020 se dosifica a razón de 0.6 a 1.2 kg/m³. Para concreto convencional puede considerarse una dosificación de 0.6 kg/m³.

PRESENTACIÓN

Bolsas de papel hidrosoluble de 600 gramos. Se puede adicionar directamente con la bolsa ya que es biodegradable.

NORMAS/ ESPECIFICACIONES

Cumple con las recomendaciones del ACI 302 Guía para la construcción de pisos y losas. Verificación de desempeño de acuerdo a la norma ASTM C 1579-06, resultado sin fisuración.

una empresa QUICORP

DRYMIX RC 4020®

MICROFIBRA ACRÍLICA PARA CONCRETO

DIRECCIONES PARA SU USO

- **DRYMIX RC 4020** se adiciona a la mezcla de concreto junto con los agregados cuando el concreto es producido en plantas de concreto o directamente al concreto fresco. Cuando las fibras se adicionan con los agregados mantener el tiempo de mezclado acostumbrado para la preparación del concreto; si se adiciona al concreto fresco, es necesario mezclar 5 minutos adicionales a velocidad máxima de mezclado para asegurar una dispersión homogénea en toda la mezcla.
- Utilice solamente la dosificación recomendada para evitar apelmazamientos.
- Las mezclas de concreto de bajo slump pueden presentar aglutinamiento o apelmazamiento de la fibra, siendo una evidencia de insuficiente tiempo de mezclado. Es importante verificar visualmente durante la descarga del concreto que las fibras estén distribuidas de forma uniforme en el concreto.
- El asentamiento de la mezcla puede verse disminuido con la utilización de la fibra. Se recomienda realizar pruebas de validación para verificar las propiedades del concreto fresco.
- **DRYMIX RC 4020** no reemplaza el acero de refuerzo primario o estructural.
- **DRYMIX RC 4020** es compatible con impermeabilizantes, agentes inclusores de aire, súper plastificantes y plastificantes o reductores de agua convencionales y acelerantes, pero deben ser ingresados en la mezcla de concreto de forma separada.

PRECAUCIONES/ RESTRICCIONES

- Durante la manipulación usar las medidas de seguridad apropiadas.
- Para mayor información consultar la hoja de seguridad del producto.

MANEJO Y ALMACENAMIENTO

DRYMIX RC 4020 debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado y bajo techo.
Vida útil de almacenamiento: 1 año.

ANEXO 3: Método de prueba estándar para el análisis de tamices de agregados finos y gruesos (Agregado grueso) – ASTM C136.

FORMATO	Código	AE-FO-59
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMICES DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO : CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS REGISTRO N°: IGC18-LEM-160

SOLICITANTE : Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mollado MUESTREADO POR : J. Paulino

CÓDIGO DE PROYECTO : --- ENSAYADO POR : J. Paulino

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE ENSAYO : 10/04/2018

TURNOS : Diurno

Tipo de muestra : Agregado grueso Profundidad: ---

Procedencia : Cantera Romaña Norte: ---

N° de Muestra : M-1 Este: ---

Progresiva : --- Cota: ---

MÓDULO DE FINEZA	6.87
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4"

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma:	D:	JEFE LEM Nombre y firma: Noamí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
	M:		M:
	A:		A:
		CQC - LEM Nombre y firma: Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
			M:
			A:

ANEXO 4: Método de prueba estándar para la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción de agregados gruesos – ASTM C127.

FORMATO		Código	AE-FO-78
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO		: CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS		
SOLICITANTE		: Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado		
CÓDIGO DE PROYECTO		: ---		
UBICACIÓN DE PROYECTO		: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		
		REGISTRO N°: IGC18-LEM-160		
MUESTREO POR		: J. Paulino		
ENSAYADO POR		: J. Paulino		
FECHA DE ENSAYO		: 10/04/2018		
TURNO		: Diurno		
Tipo de muestra	: Agregado grueso	Profundidad:	---	
Procedencia	: Cantera Romaña	Norte:	---	
N° de Muestra	: M-1	Este:	---	
Progresiva	: ---	Cota:	---	

DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (ASTM C127)	
DETALLE	RESULTADO
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2.621 g/cm ³
PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S.	2.640 g/cm ³
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.671 g/cm ³
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	0.72%

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
A:	Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

ANEXO 5: Método de prueba estándar para la densidad aparente (peso unitario) y los vacíos en el agregado (agregado grueso) – ASTM C29.

FORMATO		Código	AE-FO-81
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD APARENTE ("PEO UNITARIO") Y LOS VACÍOS EN EL AGREGADO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS		REGISTRO N°: IGC18-LEM-160	
SOLICITANTE	: Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mollado		MUESTREADO POR :	J. Paulino
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		ENSAYADO POR :	J. Paulino
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	10/04/2018
			TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Agregado grueso		Profundidad:	---
Procedencia	: Cantera Romaña		Norte:	---
N° de Muestra	: M-1		Este:	---
Progresiva	: ---		Cota:	---

DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO ASTM C29	
DETALLE	RESULTADO
PESO UNITARIO SUELTO	1380 kg/cm ²
PESO UNITARIO COMPACTADO	1560 kg/cm ²

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma:	D: M: A:	JEFE LEM Nombre y firma: Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D: M: A:
COG - LEM Nombre y firma: Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D: M: A:		

ANEXO 6: Método de prueba estándar para el análisis de tamices de agregados finos y gruesos (agregado fino) – ASTM C136.

FORMATO	Código	AE-FO-69
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMICES DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO : CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS REGISTRO N°: IGC18-LEM-160

SOLICITANTE : Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado

MUESTREADO POR : J. Paulino

CÓDIGO DE PROYECTO : ---

ENSAYADO POR : J. Paulino

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL

FECHA DE ENSAYO : 10/04/2018

TURNOS : Diurno

Tipo de muestra : Agregado fino

Profundidad: ---

Procedencia : Cantera Romaña

Norte: ---

N° de Muestra : M-1

Este: ---

Progresiva : ---

Cota: ---

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C136			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE AC. QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2 1/2"	63.000	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	100.0	
1/2"	12.500	100.0	
3/8"	9.500	100.0	
Nº 4	4.750	100.0	
Nº 8	2.000	71.2	
Nº 16	0.840	48.5	
Nº 30	0.425	32.7	
Nº 50	0.250	20.8	
Nº 100	0.150	12.3	
< Nº 100	---

MÓDULO DE FINEZA	3.15
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	---

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
A:	Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		CQC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

ANEXO 7: Método de prueba estándar para la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción de agregados finos – ASTM C128.

FORMATO		Código	AE-FO-77
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS		REGISTRO N°: IGC18-LEM-160	
SOLICITANTE	: Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado		MUESTREADO POR	: J. Paulino
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		ENSAYADO POR	: J. Paulino
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO	: 10/04/2018
			TURNO	: Diurno
Tipo de muestra	: Agregado fino		Profundidad:	: ---
Procedencia	: Cantera Romaña		Norte:	: ---
N° de Muestra	: M-1		Este:	: ---
Progresiva	: ---		Cota:	: ---

DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (ASTM C128)	
DETALLE	RESULTADO
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2.643 g/cm ³
PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S.	2.657 g/cm ³
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.681 g/cm ³
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	0.54%

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
A:	Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

ANEXO 8: Método de prueba estándar para la densidad aparente (peso unitario) y los vacíos en el agregado (agregado fino) – ASTM C29.

FORMATO		Código	AE-FO-81
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD APARENTE ("PEO UNITARIO") Y LOS VACÍOS EN EL AGREGADO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS		REGISTRO N°: IGC18-LEM-160	
SOLICITANTE	: Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado		MUESTREADO POR :	J. Paulino
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		ENSAYADO POR :	J. Paulino
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	10/04/2018
			TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Agregado fino		Profundidad:	---
Procedencia	: Cantera Romaña		Norte:	---
N° de Muestra	: M-1		Este:	---
Progresiva	: ---		Cota:	---

DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO ASTM C29	
DETALLE	RESULTADO
PESO UNITARIO SUELTO	1490 kg/cm2
PESO UNITARIO COMPACTADO	1690 kg/cm2

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin autorización escrita de INGENIOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
A:	Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

ANEXO 9: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla de control 0% fibra.

FORMATO		Código	AE-FO-93																																																																																
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO MÉTODO DEL ACI 211		Versión	01																																																																																
			Fecha	30-04-2018																																																																																
			Página	1 de 1																																																																																
PROYECTO : CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS REGISTRO N°: IGC18-LEM-160																																																																																				
SOLICITANTE : Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado REALIZADO POR : J. Paulino																																																																																				
CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : J. Gutiérrez																																																																																				
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL FECHA DE VACIADO : 11/04/2018																																																																																				
TURNO : Diurno																																																																																				
Agregado fino : Arena gruesa - Cantera Romaña F'c de diseño: 210 kg/cm²																																																																																				
Agregado grueso : Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña Asentamiento: 5"																																																																																				
Cemento : Sol tipo 1 Código de mezcla: 210N-0F																																																																																				
Aditivo : Chemaplast Fecha de roturas: 18/04/2018																																																																																				
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA 5. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO																																																																																				
F'cr = 294		Aire = 2.0%																																																																																		
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO 6. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO																																																																																				
R a/c = 0.558		Cemento = 448 kg																																																																																		
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA 7. FACTOR CEMENTO																																																																																				
Agua = 250 L		Bolsas x m ³ = 10.5 Bolsas																																																																																		
4. PROPORCIÓN DE ADITIVO 8. DOSIS DE FIBRA																																																																																				
Chemaplast = 0.55% ≈ 2.464 kg		Fibra = 0% ≈ 0 g																																																																																		
9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol tipo I</td> <td>3110 kg/m³</td> <td>0.1441 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m³</td> <td>0.2500 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0.0200 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Chemaplast</td> <td>1200 kg/m³</td> <td>0.0021 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fibra</td> <td>---</td> <td>0.0000 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2621 kg/m³</td> <td>1.0000 m³</td> <td>HUMEDAD</td> <td>0.50%</td> <td>MOD. FINEZA</td> <td>3.15</td> <td>P.U. SUELTO</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2643 kg/m³</td> <td>2.0000 m³</td> <td>0.63%</td> <td>0.54%</td> <td>6.87</td> <td>1490</td> <td>P.U. COMP.</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>Volumen de pasta</td> <td>0.4161 m³</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>Volumen de agregados</td> <td>0.5839 m³</td> <td colspan="4"></td> </tr> </tbody> </table>					INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³						Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³						Aire	---	0.0200 m ³						Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³						Fibra	---	0.0000 m ³						Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³	HUMEDAD	0.50%	MOD. FINEZA	3.15	P.U. SUELTO	Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³	0.63%	0.54%	6.87	1490	P.U. COMP.			Volumen de pasta	0.4161 m ³							Volumen de agregados	0.5839 m ³				
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO																																																																																		
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³																																																																																		
Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³																																																																																		
Aire	---	0.0200 m ³																																																																																		
Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³																																																																																		
Fibra	---	0.0000 m ³																																																																																		
Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³	HUMEDAD	0.50%	MOD. FINEZA	3.15	P.U. SUELTO																																																																													
Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³	0.63%	0.54%	6.87	1490	P.U. COMP.																																																																													
		Volumen de pasta	0.4161 m ³																																																																																	
		Volumen de agregados	0.5839 m ³																																																																																	
10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS 13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.036 m³																																																																																				
Agregado grueso 54.5% ≈ 0.3181 m ³ ≈ 834 kg		Cemento Sol tipo I 16.13 kg																																																																																		
Agregado fino 45.5% ≈ 0.2658 m ³ ≈ 702 kg		Agua 9.04 L																																																																																		
11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD																																																																																				
Agregado grueso 838 kg		Chemaplast 74 mL																																																																																		
Agregado fino 707 kg		Fibra 0.0 g																																																																																		
12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD																																																																																				
Agua 251 L		Agregado grueso 30.17 kg																																																																																		
14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA																																																																																				
CEM AF AG AGUA ADITIVO FIBRA		Agregado fino 25.45 kg																																																																																		
1 : 1.6 : 2.0 : 23.8 L / bolsa : 195 mL / Bolsa : 0 g / Bolsa																																																																																				

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIOCONTROL

INGEOCONTROL S.A.C.			
TECNICO LEM D: Nombre y firma:	JEFE LEM D: Nombre y firma: Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	CCC - LEM D: Nombre y firma: Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M: A:

ANEXO 10: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 25% microfibra acrílica.

FORMATO		Código	AE-FO-93																																																																																								
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO MÉTODO DEL ACI 211		Versión	01																																																																																								
			Fecha	30-04-2018																																																																																								
			Página	1 de 1																																																																																								
PROYECTO : CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS REGISTRO N°: IGC18-LEM-160																																																																																												
SOLICITANTE : Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado REALIZADO POR : J. Paulino																																																																																												
CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : J. Gutiérrez																																																																																												
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE VACIADO : 11/04/2018																																																																																												
TURNO : Diurno																																																																																												
Agregado fino : Arena gruesa - Cantera Romaña F' c de diseño : 210 kg/cm²																																																																																												
Agregado grueso : Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña Asentamiento : 5"																																																																																												
Cemento : Sol tipo 1 Código de mezcla : 210N-25FA																																																																																												
Aditivo : Chemaplast Fecha de roturas : 18/04/2018																																																																																												
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA 5. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO																																																																																												
F' cr = 294		Aire = 2.0%																																																																																										
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO 6. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO																																																																																												
R a/c = 0.558		Cemento = 448 kg																																																																																										
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA 7. FACTOR CEMENTO																																																																																												
Agua = 250 L		Bolsas x m ³ = 10.5 Bolsas																																																																																										
4. PROPORCIÓN DE ADITIVO 8. DOSIS DE FIBRA																																																																																												
Chemaplast = 0.55% ≈ 2.464 kg		Fibra acrílica = 25% ≈ 150 g																																																																																										
9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS																																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol tipo I</td> <td>3110 kg/m³</td> <td>0.1441 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m³</td> <td>0.2500 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0.0200 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Chemaplast</td> <td>1200 kg/m³</td> <td>0.0021 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fibra</td> <td>---</td> <td>0.0000 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2621 kg/m³</td> <td>1.0000 m³</td> <td>HUMEDAD</td> <td>ABSORCIÓN</td> <td>MÓD. FINEZA</td> <td>P.U. SUELTO</td> <td>P.U. COMP.</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2643 kg/m³</td> <td>2.0000 m³</td> <td>0.50%</td> <td>0.72%</td> <td>3.15</td> <td>1380</td> <td>1560</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.63%</td> <td>0.54%</td> <td>6.87</td> <td>1490</td> <td>1690</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de pasta</td> <td>0.4161 m³</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de agregados</td> <td>0.5839 m³</td> <td colspan="5"></td> </tr> </tbody> </table>					INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³						Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³						Aire	---	0.0200 m ³						Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³						Fibra	---	0.0000 m ³						Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMP.	Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560				0.63%	0.54%	6.87	1490	1690	Volumen de pasta		0.4161 m ³						Volumen de agregados		0.5839 m ³					
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO																																																																																										
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³																																																																																										
Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³																																																																																										
Aire	---	0.0200 m ³																																																																																										
Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³																																																																																										
Fibra	---	0.0000 m ³																																																																																										
Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMP.																																																																																					
Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560																																																																																					
			0.63%	0.54%	6.87	1490	1690																																																																																					
Volumen de pasta		0.4161 m ³																																																																																										
Volumen de agregados		0.5839 m ³																																																																																										
10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS 13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.036 m³																																																																																												
Agregado grueso 54.5% ≈ 0.3181 m ³ ≈ 834 kg		Cemento Sol tipo I 16.13 kg																																																																																										
Agregado fino 45.5% ≈ 0.2658 m ³ ≈ 702 kg		Agua 9.04 L																																																																																										
11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD																																																																																												
Agregado grueso 838 kg		Chemaplast 74 mL																																																																																										
Agregado fino 707 kg		Fibra acrílica 5.4 g																																																																																										
12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD 14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA																																																																																												
Agua 251 L		CEM AF AG AGUA ADITIVO FIBRA																																																																																										
		1 : 1.6 : 2.0 : 23.8 L / bolsa : 195 mL / Bolsa : 14.2 g / Bolsa																																																																																										

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM D: Nombre y firma:	JEFE LEM D: Nombre y firma: Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	CQC - LEM D: Nombre y firma: Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D: M: A:

ANEXO 11: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 50% microfibras acrílicas.

FORMATO	Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO MÉTODO DEL ACI 211	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO : CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS REGISTRO N°: IGC18-LEM-160

SOLICITANTE : Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado REALIZADO POR : J. Paulino

CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : J. Gutiérrez

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL. FECHA DE VACIADO : 11/04/2018

TURNOS : Diurno

Agregado fino : Arena gruesa - Cantera Romaña F c de diseño: 210 kg/cm2

Agregado grueso : Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña Asentamiento: 5"

Cemento : Sol tipo 1 Código de mezcla: 210N-50FA

Aditivo : Chemaplast Fecha de roturas: 18/04/2018

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'or = 284

5. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2.0%

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.558

6. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 448 kg

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 250 L

7. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m3 = 10.5 Bolsas

4. PROPORCIÓN DE ADITIVO
Chemaplast = 0.55% = 2.464 kg

8. DOSIS DE FIBRA
Fibra acrílica = 50% = 300 g

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m3	0.1441 m3					
Agua	1000 kg/m3	0.2500 m3					
Aire	---	0.0200 m3					
Chemaplast	1200 kg/m3	0.0021 m3					
Fibra	---	0.0000 m3					
Agregado grueso	2621 kg/m3	1.0000 m3	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560
Agregado fino	2643 kg/m3	2.0000 m3	0.63%	0.54%	6.87	1490	1690
Volumen de pasta		0.4161 m3					
Volumen de agregados		0.5639 m3					

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 54.5% = 0.3181 m3 = 834 kg

Agregado fino 45.5% = 0.2658 m3 = 702 kg

13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.036 m3

Cemento Sol tipo I 16.13 kg

Agua 9.04 L

Chemaplast 74 mL

Fibra acrílica 10.8 g

Agregado grueso 30.17 kg

Agregado fino 25.45 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 838 kg

Agregado fino 707 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 251 L

14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM AF AG AGUA ADITIVO FIBRA

1 : 1.6 : 2.0 : 23.8 L / bolsa : 195 mL / Bolsa : 28.5 g / Bolsa

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
A:		A:
		Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	
		Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

ANEXO 12: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 75% microfibra acrílica.

FORMATO	Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO MÉTODO DEL ACI 211	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO : CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS REGISTRO N°: IGC18-LEM-160

SOLICITANTE : Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mollado

CÓDIGO DE PROYECTO : ---

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL

REALIZADO POR : J. Paulino

REVISADO POR : J. Gutiérrez

FECHA DE VACIADO : 12/04/2018

TURNO : Diurno

Agregado fino : Arena gruesa - Cantera Romaña

Agregado grueso : Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña

Cemento : Sol tipo 1

Aditivo : Chemaplast

F'c de diseño: 210 kg/cm²

Asentamiento: 5"

Código de mezcla: 210N-75FA

Fecha de roturas: 19/04/2018

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

F'cr = 294

5. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2.0%

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0.558

6. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 448 kg

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 250 L

7. FACTOR CEMENTO

Bolsas x m³ = 10.5 Bolsas

4. PROPORCIÓN DE ADITIVO

Chemaplast = 0.55% ≈ 2.464 kg

8. DOSIS DE FIBRA

Fibra acrílica = 75% ≈ 450 g

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³						
Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³						
Aire	---	0.0200 m ³						
Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³						
Fibra	---	0.0000 m ³						
Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560	
Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³	0.63%	0.54%	6.87	1490	1690	
Volumen de pasta		0.4161 m ³						
Volumen de agregados		0.5839 m ³						

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 54.5% ≈ 0.3181 m³ ≈ 834 kg

Agregado fino 45.5% ≈ 0.2658 m³ ≈ 702 kg

13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.036 m³

Cemento Sol tipo I 16.13 kg

Agua 9.04 L

Chemaplast 74 mL

Fibra acrílica 16.2 g

Agregado grueso 30.17 kg

Agregado fino 25.45 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 838 kg

Agregado fino 707 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 251 L

14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM AF AG AGUA ADITIVO FIBRA
1 : 1.6 : 2.0 : 23.8 L / bolsa : 195 mL / Bolsa : 42.7 g / Bolsa

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM D: M: A:	JEFE LEM D: M: A:	CCC - LEM D: M: A:	Nombre y firma: M: A:
Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima

Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190

www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

ANEXO 13: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 100% microfibra acrílica.

FORMATO	Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO MÉTODO DEL ACI 211	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO : CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS
REGISTRO N°: IGC18-LEM-160

SOLICITANTE : Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado
REALIZADO POR : J. Paulino

CÓDIGO DE PROYECTO : ---
REVISADO POR : J. Gutiérrez

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL
FECHA DE VACIADO : 12/04/2018

TURNO : Diurno

Agregado fino : Arena gruesa - Cantera Romaña F' c de diseño: 210 kg/cm2
Agregado grueso : Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña Asentamiento: 5"
Cemento : Sol tipo 1 Código de mezcla: 210N-100FA
Aditivo : Chemaplast Fecha de roturas: 19/04/2018

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F' cr = 294

5. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2.0%

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.558

6. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 448 kg

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 250 L

7. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m3 = 10.5 Bolsas

4. PROPORCIÓN DE ADITIVO
Chemaplast = 0.55% = 2.464 kg

8. DOSIS DE FIBRA
Fibra acrílica = 100% = 600 g

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m3	0.1441 m3						
Agua	1000 kg/m3	0.2500 m3						
Aire	---	0.0200 m3						
Chemaplast	1200 kg/m3	0.0021 m3						
Fibra	---	0.0000 m3						
Agregado grueso	2621 kg/m3	1.0000 m3	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560	
Agregado fino	2643 kg/m3	2.0000 m3	0.63%	0.54%	6.87	1490	1690	
Volumen de pasta		0.4161 m3						
Volumen de agregados		0.5639 m3						

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 54.5% = 0.3181 m3 = 834 kg
Agregado fino 45.5% = 0.2658 m3 = 702 kg

13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.036 m3

Cemento Sol tipo I 16.13 kg
Agua 9.04 L
Chemaplast 74 mL
Fibra acrílica 21.6 g
Agregado grueso 30.17 kg
Agregado fino 25.45 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 838 kg
Agregado fino 707 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 251 L

14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM AF AG AGUA ADITIVO FIBRA
1 : 1.6 : 2.0 : 23.8 L / bolsa : 195 mL / Bolsa : 56.9 g / Bolsa

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIOCONTROL

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	OSC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
A:	Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima
Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

ANEXO 14: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 125% microfibras acrílicas.

FORMATO		Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO MÉTODO DEL ACI 211		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

PROYECTO : CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS REGISTRO N°: IGC18-LEM-160

SOLICITANTE : Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado REALIZADO POR : J. Paulino

CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : J. Gutiérrez

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE VACIADO : 14/04/2018

TURNO : Diurno

Agregado fino	: Arena gruesa - Cantera Romaña	F'c de diseño:	210 kg/cm ²
Agregado grueso	: Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña	Asentamiento:	5"
Cemento	: Sol tipo 1	Código de mezcla:	210N-125FA
Aditivo	: Chemaplast	Fecha de roturas:	21/04/2018

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'or = 294

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.558

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 250 L

4. PROPORCIÓN DE ADITIVO
Chemaplast = 0.55% ≈ 2.464 kg

5. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2.0%

6. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 448 kg

7. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m³ = 10.5 Bolsas

8. DOSIS DE FIBRA
Fibra acrílica = 125% ≈ 750 g

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³
Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³
Aire	---	0.0200 m ³
Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³
Fibra	---	0.0000 m ³
Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³
Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³
Volumen de pasta		0.4161 m ³
Volumen de agregados		0.5639 m ³

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMP.
Agregado grueso	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560
Agregado fino	0.63%	0.54%	6.87	1490	1690

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 54.5% ≈ 0.3181 m³ ≈ 834 kg

Agregado fino 45.5% ≈ 0.2658 m³ ≈ 702 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 838 kg

Agregado fino 707 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 251 L

13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.036 m³

Cemento Sol tipo I 16.13 kg

Agua 9.04 L

Chemaplast 74 mL

Fibra acrílica 27.0 g

Agregado grueso 30.17 kg

Agregado fino 25.45 kg

14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM	AF	AG	AGUA	ADITIVO	FIBRA
1	: 1.6	: 2.0	: 23.8 L / bolsa	: 195 mL / Bolsa	: 71.1 g / Bolsa

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM D: Nombre y firma:	JEFE LEM D: Nombre y firma: Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	QCC - LEM D: Nombre y firma: Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

ANEXO 15: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 150% microfibras acrílicas.

INGEOCONTROL		FORMATO	Código	AE-FO-03																																																																																
		DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO MÉTODO DEL ACI 211	Versión	01																																																																																
			Fecha	30-04-2018																																																																																
			Página	1 de 1																																																																																
PROYECTO	: CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS		REGISTRO N°: IGC18-LEM-160																																																																																	
SOLICITANTE	: Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mollado		REALIZADO POR	: J. Paulino																																																																																
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR	: J. Gutiérrez																																																																																
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL.		FECHA DE VACIADO	: 14/04/2018																																																																																
			TURNO	: Diurno																																																																																
Agregado fino	: Arena gruesa - Cantera Romaña	F'c de diseño:	210 kg/cm ²																																																																																	
Agregado grueso	: Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña	Asentamiento:	5"																																																																																	
Cemento	: Sol tipo 1	Código de mezcla:	210N-150FA																																																																																	
Aditivo	: Chemaplast	Fecha de roturas:	21/04/2018																																																																																	
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA	F'cr = 284		5. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO	Aire = 2.0%																																																																																
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO	R/a/c = 0.558		6. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO	Cemento = 448 kg																																																																																
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA	Agua = 250 L		7. FACTOR CEMENTO	Bolsas x m ³ = 10.5 Bolsas																																																																																
4. PROPORCIÓN DE ADITIVO	Chemaplast = 0.55% = 2.464 kg		8. DOSIS DE FIBRA	Fibra acrílica = 150% = 900 g																																																																																
9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> <th>HUMEDAD</th> <th>ABSORCIÓN</th> <th>MÓD. FINEZA</th> <th>P.U. SUELTO</th> <th>P.U. COMP.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol tipo I</td> <td>3110 kg/m³</td> <td>0.1441 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m³</td> <td>0.2500 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0.0200 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Chemaplast</td> <td>1200 kg/m³</td> <td>0.0021 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fibra</td> <td>---</td> <td>0.0000 m³</td> <td>0.50%</td> <td>0.72%</td> <td>3.15</td> <td>1380</td> <td>1560</td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2621 kg/m³</td> <td>1.0000 m³</td> <td>0.63%</td> <td>0.54%</td> <td>6.87</td> <td>1490</td> <td>1690</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2643 kg/m³</td> <td>2.0000 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de pasta</td> <td>0.4161 m³</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de agregados</td> <td>0.5839 m³</td> <td colspan="5"></td> </tr> </tbody> </table>					INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMP.	Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³						Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³						Aire	---	0.0200 m ³						Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³						Fibra	---	0.0000 m ³	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560	Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³	0.63%	0.54%	6.87	1490	1690	Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³						Volumen de pasta		0.4161 m ³						Volumen de agregados		0.5839 m ³					
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMP.																																																																													
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³																																																																																		
Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³																																																																																		
Aire	---	0.0200 m ³																																																																																		
Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³																																																																																		
Fibra	---	0.0000 m ³	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560																																																																													
Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³	0.63%	0.54%	6.87	1490	1690																																																																													
Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³																																																																																		
Volumen de pasta		0.4161 m ³																																																																																		
Volumen de agregados		0.5839 m ³																																																																																		
10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS		13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA			0.036 m ³																																																																															
Agregado grueso	54.5% = 0.3181 m ³ = 834 kg	Cemento Sol tipo I	16.13 kg																																																																																	
Agregado fino	45.5% = 0.2658 m ³ = 702 kg	Agua	9.04 L																																																																																	
11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD		Chemaplast	74 mL																																																																																	
Agregado grueso	838 kg	Fibra acrílica	32.4 g																																																																																	
Agregado fino	707 kg	Agregado grueso	30.17 kg																																																																																	
12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD		Agregado fino	25.45 kg																																																																																	
Agua	251 L	14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA																																																																																		
		CEM	AF	AG	AGUA	ADITIVO	FIBRA																																																																													
		1	: 1.6	: 2.0	: 23.6 L / bolsa	: 195 mL / Bolsa	: 85.4 g / Bolsa																																																																													

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:		A:
		Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	
		Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

ANEXO 16: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 175% microfibra acrílica.

FORMATO		Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO MÉTODO DEL ACI 211		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

PROYECTO : CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS
REGISTRO N°: IGC18-LEM-160

SOLICITANTE : Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mollado
REALIZADO POR : J. Paulino
CÓDIGO DE PROYECTO : ---
REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL
FECHA DE VACIADO : 14/04/2018
TURNO : Diurno

Agregado fino	: Arena gruesa - Cantera Romaña	F'c de diseño:	210 kg/cm ²
Agregado grueso	: Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña	Asentamiento:	5"
Cemento	: Sol tipo 1	Código de mezcla:	210M-175FA
Aditivo	: Chemaplast	Fecha de roturas:	21/04/2018

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
 F'cr = 294

5. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
 Aire = 2.0%

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
 R a/c = 0.558

6. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
 Cemento = 448 kg

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
 Agua = 250 L

7. FACTOR CEMENTO
 Bolsas x m³ = 10.5 Bolsas

4. PROPORCIÓN DE ADITIVO
 Chemaplast = 0.55% ≈ 2.464 kg

8. DOSIS DE FIBRA
 Fibra acrílica = 175% ≈ 1050 g

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³
Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³
Aire	---	0.0200 m ³
Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³
Fibra	---	0.0000 m ³
Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³
Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³
Volumen de pasta		0.4151 m ³
Volumen de agregados		0.5839 m ³

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMP.
Agregado grueso	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560
Agregado fino	0.63%	0.54%	6.87	1490	1690

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
 Agregado grueso 54.5% ≈ 0.3181 m³ ≈ 834 kg
 Agregado fino 45.5% ≈ 0.2658 m³ ≈ 702 kg

13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.036 m³
 Cemento Sol tipo I 16.13 kg
 Agua 9.04 L
 Chemaplast 74 mL
 Fibra acrílica 37.8 g
 Agregado grueso 30.17 kg
 Agregado fino 25.45 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD
 Agregado grueso 838 kg
 Agregado fino 707 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD
 Agua 251 L

14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
 CEM AF AG AGUA ADITIVO FIBRA
 1 : 1.6 : 2.0 : 23.8 L / bolsa : 195 mL / Bolsa : 99.6 g / Bolsa

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM D: M: A:	JEFE LEM D: M: A:	CGC - LEM D: M: A:	
Nombre y firma:	Nombre y firma: Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma: Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

ANEXO 17: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 200% microfibras acrílica.

FORMATO		Código	AE-FO-93																																																																																										
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO MÉTODO DEL ACI 211		Versión	01																																																																																										
			Fecha	30-04-2018																																																																																										
			Página	1 de 1																																																																																										
PROYECTO : CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS REGISTRO N°: IGC18-LEM-160																																																																																														
SOLICITANTE : Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado REALIZADO POR : J. Paulino																																																																																														
CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : J. Gutiérrez																																																																																														
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE VACIADO : 16/04/2018																																																																																														
TURNO : Diurno																																																																																														
Agregado fino : Arena gruesa - Cantera Romaña F' c de diseño: 210 kg/cm2																																																																																														
Agregado grueso : Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña Asentamiento: 5"																																																																																														
Cemento : Sol tipo 1 Código de mezcla: 210N-200FA																																																																																														
Aditivo : Chemaplast Fecha de roturas: 23/04/2018																																																																																														
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA 5. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO																																																																																														
F'or = 284		Aire = 2.0%																																																																																												
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO 6. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO																																																																																														
R a/c = 0.558		Cemento = 448 kg																																																																																												
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA 7. FACTOR CEMENTO																																																																																														
Agua = 250 L		Bolsas x m3 = 10.5 Bolsas																																																																																												
4. PROPORCIÓN DE ADITIVO 8. DOSIS DE FIBRA																																																																																														
Chemaplast = 0.55% = 2.464 kg		Fibra acrílica = 200% = 1200 g																																																																																												
9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol tipo I</td> <td>3110 kg/m3</td> <td>0.1441 m3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m3</td> <td>0.2500 m3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0.0200 m3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Chemaplast</td> <td>1200 kg/m3</td> <td>0.0021 m3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fibra</td> <td>---</td> <td>0.0000 m3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2621 kg/m3</td> <td>1.0000 m3</td> <td>0.50%</td> <td>0.72%</td> <td>3.15</td> <td>1380</td> <td>1560</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2643 kg/m3</td> <td>2.0000 m3</td> <td>0.63%</td> <td>0.54%</td> <td>6.87</td> <td>1490</td> <td>1690</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de pasta</td> <td>0.4161 m3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de agregados</td> <td>0.5839 m3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO							Cemento Sol tipo I	3110 kg/m3	0.1441 m3							Agua	1000 kg/m3	0.2500 m3							Aire	---	0.0200 m3							Chemaplast	1200 kg/m3	0.0021 m3							Fibra	---	0.0000 m3							Agregado grueso	2621 kg/m3	1.0000 m3	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560		Agregado fino	2643 kg/m3	2.0000 m3	0.63%	0.54%	6.87	1490	1690		Volumen de pasta		0.4161 m3							Volumen de agregados		0.5839 m3						
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO																																																																																												
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m3	0.1441 m3																																																																																												
Agua	1000 kg/m3	0.2500 m3																																																																																												
Aire	---	0.0200 m3																																																																																												
Chemaplast	1200 kg/m3	0.0021 m3																																																																																												
Fibra	---	0.0000 m3																																																																																												
Agregado grueso	2621 kg/m3	1.0000 m3	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560																																																																																							
Agregado fino	2643 kg/m3	2.0000 m3	0.63%	0.54%	6.87	1490	1690																																																																																							
Volumen de pasta		0.4161 m3																																																																																												
Volumen de agregados		0.5839 m3																																																																																												
10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS 13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.036 m3																																																																																														
Agregado grueso 54.5% = 0.3181 m3 = 834 kg		Cemento Sol tipo I 16.13 kg																																																																																												
Agregado fino 45.5% = 0.2658 m3 = 702 kg		Agua 9.04 L																																																																																												
11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD																																																																																														
Agregado grueso 838 kg		Chemaplast 74 mL																																																																																												
Agregado fino 707 kg		Fibra acrílica 43.2 g																																																																																												
12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD																																																																																														
Agua 251 L		Agregado grueso 30.17 kg																																																																																												
14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA																																																																																														
CEM AF AG AGUA ADITIVO FIBRA		Agregado fino 25.45 kg																																																																																												
1 : 1.6 : 2.0 : 23.8 L / bolsa : 195 mL / Bolsa : 113.8 g / Bolsa																																																																																														

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM D: Nombre y firma:	JEFE LEM D: Nombre y firma:	CQC - LEM D: Nombre y firma:	JEFE LEM D: Nombre y firma:

A: Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A: Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		

ANEXO 18: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 25% microfibras de polipropileno.

FORMATO		Código	AE-PO-03																																																																																										
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO MÉTODO DEL ACI 211		Versión	01																																																																																										
			Fecha	30-04-2018																																																																																										
			Página	1 de 1																																																																																										
PROYECTO : CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS REGISTRO N°: IGC18-LEM-160																																																																																														
SOLICITANTE : Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado REALIZADO POR : J. Paulino																																																																																														
CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : J. Gutiérrez																																																																																														
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE VACIADO : 16/04/2018																																																																																														
TURNO : Diurno																																																																																														
Agregado fino : Arena gruesa - Cantera Romaña F'c de diseño: 210 kg/cm²																																																																																														
Agregado grueso : Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña Asentamiento: 5"																																																																																														
Cemento : Sol tipo 1 Código de mezcla: 210N-25FP																																																																																														
Aditivo : Chemaplast Fecha de roturas: 23/04/2018																																																																																														
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA 5. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO																																																																																														
F'cr = 294		Aire = 2.0%																																																																																												
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO 6. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO																																																																																														
R/a/c = 0.558		Cemento = 448 kg																																																																																												
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA 7. FACTOR CEMENTO																																																																																														
Agua = 250 L		Bolsas x m ³ = 10.5 Bolsas																																																																																												
4. PROPORCIÓN DE ADITIVO 8. DOSIS DE FIBRA																																																																																														
Chemaplast = 0.55% ≈ 2.464 kg		Fibra polipropileno = 25% ≈ 75 g																																																																																												
9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol tipo I</td> <td>3110 kg/m³</td> <td>0.1441 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m³</td> <td>0.2500 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0.0200 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Chemaplast</td> <td>1200 kg/m³</td> <td>0.0021 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fibra polipropileno</td> <td>---</td> <td>0.0000 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2621 kg/m³</td> <td>1.0000 m³</td> <td>HUMEDAD</td> <td>ABSORCIÓN</td> <td>MÓD. FINEZA</td> <td>P.U. SUELTO</td> <td>P.U. COMP.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2643 kg/m³</td> <td>2.0000 m³</td> <td>0.50%</td> <td>0.72%</td> <td>3.15</td> <td>1380</td> <td>1660</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de pasta</td> <td>0.4161 m³</td> <td>0.63%</td> <td>0.54%</td> <td>6.87</td> <td>1490</td> <td>1690</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de agregados</td> <td>0.5838 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO							Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³							Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³							Aire	---	0.0200 m ³							Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³							Fibra polipropileno	---	0.0000 m ³							Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMP.		Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³	0.50%	0.72%	3.15	1380	1660		Volumen de pasta		0.4161 m ³	0.63%	0.54%	6.87	1490	1690		Volumen de agregados		0.5838 m ³						
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO																																																																																												
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³																																																																																												
Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³																																																																																												
Aire	---	0.0200 m ³																																																																																												
Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³																																																																																												
Fibra polipropileno	---	0.0000 m ³																																																																																												
Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMP.																																																																																							
Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³	0.50%	0.72%	3.15	1380	1660																																																																																							
Volumen de pasta		0.4161 m ³	0.63%	0.54%	6.87	1490	1690																																																																																							
Volumen de agregados		0.5838 m ³																																																																																												
10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS 13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.036 m³																																																																																														
Agregado grueso 54.5% ≈ 0.3181 m ³ ≈ 834 kg		Cemento Sol tipo I 16.13 kg																																																																																												
Agregado fino 45.5% ≈ 0.2658 m ³ ≈ 702 kg		Agua 9.04 L																																																																																												
11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD																																																																																														
Agregado grueso 838 kg		Chemaplast 74 mL																																																																																												
Agregado fino 707 kg		Fibra polipropileno 2.7 g																																																																																												
12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD																																																																																														
Agua 251 L		Agregado grueso 30.17 kg																																																																																												
14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA																																																																																														
CEM AF AG AGUA ADITIVO FIBRA		Agregado fino 25.45 kg																																																																																												
1 : 1.6 : 2.0 : 23.8 L / bolsa : 195 mL / Bolsa : 7.1 g / Bolsa																																																																																														

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM D: Nombre y firma:	D: M: A:	JEFE LEM D: Nombre y firma: Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D: M: A:
COG - LEM D: Nombre y firma: Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D: M: A:		

ANEXO 19: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 50% microfibras de polipropileno.

FORMATO		Código	AE-FO-03
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO MÉTODO DEL ACI 211		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

PROYECTO : CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS REGISTRO N°: IGC18-LEM-160

SOLICITANTE : Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado

REALIZADO POR : J. Paulino

CÓDIGO DE PROYECTO : ---

REVISADO POR : J. Gutiérrez

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL

FECHA DE VACIADO : 16/04/2018

TURNO : Diurno

Agregado fino	: Arena gruesa - Cantera Romaña	F'c de diseño:	210 kg/cm ²
Agregado grueso	: Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña	Asentamiento:	5"
Cemento	: Sol tipo 1	Código de mezcla:	210N-50FP
Aditivo	: Chemaplast	Fecha de roturas:	23/04/2018

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

F'or = 294

5. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2.0%

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0.558

6. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 448 kg

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 250 L

7. FACTOR CEMENTO

Bolsas x m³ = 10.5 Bolsas

4. PROPORCIÓN DE ADITIVO

Chemaplast = 0.55% ≈ 2.464 kg

8. DOSIS DE FIBRA

Fibra polipropileno = 50% ≈ 150 g

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³						
Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³						
Aire	---	0.0200 m ³						
Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³						
Fibra polipropileno	---	0.0000 m ³						
Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMP.	
Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560	
			0.63%	0.54%	6.87	1490	1690	
Volumen de pasta		0.4151 m ³						
Volumen de agregados		0.5389 m ³						

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 54.5% ≈ 0.3181 m³ ≈ 834 kg
Agregado fino 45.5% ≈ 0.2658 m³ ≈ 702 kg

13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.036 m³

Cemento Sol tipo I 16.13 kg
Agua 9.04 L
Chemaplast 74 mL
Fibra polipropileno 5.4 g
Agregado grueso 30.17 kg
Agregado fino 25.45 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 838 kg
Agregado fino 707 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 251 L

14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM AF AG AGUA ADITIVO FIBRA
1 : 1.6 : 2.0 : 23.8 L / bolsa : 195 mL / Bolsa : 14.2 g / Bolsa

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	COO - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
A:	Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima
Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

ANEXO 20: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 75% microfibra de polipropileno.

FORMATO		Código	AE-FO-93																																																																																
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO MÉTODO DEL ACI 211		Versión	01																																																																																
			Fecha	30-04-2018																																																																																
			Página	1 de 1																																																																																
PROYECTO : CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS REGISTRO N°: IGC18-LEM-160																																																																																				
SOLICITANTE : Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mollado REALIZADO POR : J. Paulino																																																																																				
CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : J. Gutiérrez																																																																																				
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL. FECHA DE VACIADO : 17/04/2018																																																																																				
TURNO : Diurno																																																																																				
Agregado fino : Arena gruesa - Cantera Romaña F'c de diseño: 210 kg/cm²																																																																																				
Agregado grueso : Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña Asentamiento: 5"																																																																																				
Cemento : Sol tipo 1 Código de mezcla: 210N-75FP																																																																																				
Aditivo : Chemaplast Fecha de roturas: 24/04/2018																																																																																				
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA 5. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO																																																																																				
F'cr = 294		Aire = 2.0%																																																																																		
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO 6. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO																																																																																				
R a/c = 0.558		Cemento = 448 kg																																																																																		
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA 7. FACTOR CEMENTO																																																																																				
Agua = 250 L		Bolsas x m ³ = 10.5 Bolsas																																																																																		
4. PROPORCIÓN DE ADITIVO 8. DOSIS DE FIBRA																																																																																				
Chemaplast = 0.55% ≈ 2.464 kg		Fibra polipropileno = 75% ≈ 225 g																																																																																		
9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol tipo I</td> <td>3110 kg/m³</td> <td>0.1441 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m³</td> <td>0.2500 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0.0200 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Chemaplast</td> <td>1200 kg/m³</td> <td>0.0021 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fibra polipropileno</td> <td>---</td> <td>0.0000 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2621 kg/m³</td> <td>1.0000 m³</td> <td>0.50%</td> <td>0.72%</td> <td>3.15</td> <td>1380</td> <td>1560</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2643 kg/m³</td> <td>2.0000 m³</td> <td>0.63%</td> <td>0.54%</td> <td>6.87</td> <td>1490</td> <td>1690</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de pasta</td> <td>0.4161 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de agregados</td> <td>0.5839 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³						Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³						Aire	---	0.0200 m ³						Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³						Fibra polipropileno	---	0.0000 m ³						Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560	Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³	0.63%	0.54%	6.87	1490	1690	Volumen de pasta		0.4161 m ³						Volumen de agregados		0.5839 m ³					
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO																																																																																		
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³																																																																																		
Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³																																																																																		
Aire	---	0.0200 m ³																																																																																		
Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³																																																																																		
Fibra polipropileno	---	0.0000 m ³																																																																																		
Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560																																																																													
Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³	0.63%	0.54%	6.87	1490	1690																																																																													
Volumen de pasta		0.4161 m ³																																																																																		
Volumen de agregados		0.5839 m ³																																																																																		
10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS 13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.036 m³																																																																																				
Agregado grueso 54.5% ≈ 0.3181 m ³ ≈ 834 kg		Cemento Sol tipo I 16.13 kg																																																																																		
Agregado fino 45.5% ≈ 0.2658 m ³ ≈ 702 kg		Agua 9.04 L																																																																																		
11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD																																																																																				
Agregado grueso 838 kg		Chemaplast 74 mL																																																																																		
Agregado fino 707 kg		Fibra polipropileno 8.1 g																																																																																		
12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD 14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA																																																																																				
Agua 251 L		CEM AF AG AGUA ADITIVO FIBRA																																																																																		
		1 : 1.6 : 2.0 : 23.8 L / bolsa : 195 mL / Bolsa : 21.3 g / Bolsa																																																																																		

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM D: Nombre y firma:	JEFE LEM D: Nombre y firma: Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	CQC - LEM D: Nombre y firma: Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

ANEXO 21: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 100% microfibra de polipropileno.

FORMATO	Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO MÉTODO DEL ACI 211	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO : CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS REGISTRO N°: IGC18-LEM-160

SOLICITANTE : Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado REALIZADO POR : J. Paulino

CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : J. Gutiérrez

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL FECHA DE VACIADO : 17/04/2018

TURNO : Diurno

Agregado fino : Arena gruesa - Cantera Romaña F'c de diseño: 210 kg/cm²

Agregado grueso : Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña Asentamiento: 5"

Cemento : Sol tipo 1 Código de mezcla: 210N-100FP

Aditivo : Chemaplast Fecha de roturas: 24/04/2018

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 294

5. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2.0%

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.558

6. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 448 kg

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 250 L

7. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m³ = 10.5 Bolsas

4. PROPORCIÓN DE ADITIVO
Chemaplast = 0.55% ≈ 2.464 kg

8. DOSIS DE FIBRA
Fibra polipropileno = 100% ≈ 300 g

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³						
Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³						
Aire	---	0.0200 m ³						
Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³						
Fibra polipropileno	---	0.0000 m ³						
Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560	
Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³	0.63%	0.54%	6.87	1490	1690	
Volumen de pasta		0.4161 m ³						
Volumen de agregados		0.5639 m ³						

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 54.5% ≈ 0.3181 m³ ≈ 834 kg

Agregado fino 45.5% ≈ 0.2658 m³ ≈ 702 kg

13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.036 m³

Cemento Sol tipo I 16.13 kg

Agua 9.04 L

Chemaplast 74 mL

Fibra polipropileno 10.8 g

Agregado grueso 30.17 kg

Agregado fino 25.45 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 838 kg

Agregado fino 707 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 251 L

14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM AF AG AGUA ADITIVO FIBRA

1 : 1.6 : 2.0 : 23.8 L / bolsa : 195 mL / Bolsa : 28.5 g / Bolsa

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
A:		A:
		Noemi C. Sánchez Huamán	
		INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029	
		INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	
		CCO - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		A:
		Jony C. Gutiérrez Abanto	
		GERENTE GENERAL	
		INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima
Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

ANEXO 22: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 125% microfibra de polipropileno.

FORMATO		Código	AE-PO-03																																																																																
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO MÉTODO DEL ACI 211		Versión	01																																																																																
			Fecha	30-04-2018																																																																																
			Página	1 de 1																																																																																
PROYECTO : CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS REGISTRO N°: IGC18-LEM-160																																																																																				
SOLICITANTE : Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado REALIZADO POR : J. Paulino																																																																																				
CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : J. Gutiérrez																																																																																				
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE VACIADO : 17/04/2018																																																																																				
TURNO : Diurno																																																																																				
Agregado fino : Arena gruesa - Cantera Romaña F'c de diseño: 210 kg/cm²																																																																																				
Agregado grueso : Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña Asentamiento: 5"																																																																																				
Cemento : Sol tipo I Código de mezcla: 210N-125FP																																																																																				
Aditivo : Chemaplast Fecha de roturas: 24/04/2018																																																																																				
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA 5. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO																																																																																				
F'or = 294		Aire = 2.0%																																																																																		
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO 6. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO																																																																																				
R a/c = 0.558		Cemento = 448 kg																																																																																		
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA 7. FACTOR CEMENTO																																																																																				
Agua = 250 L		Bolsas x m ³ = 10.5 Bolsas																																																																																		
4. PROPORCIÓN DE ADITIVO 8. DOSIS DE FIBRA																																																																																				
Chemaplast = 0.55% ≈ 2.464 kg		Fibra polipropileno = 125% ≈ 375 g																																																																																		
9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS																																																																																				
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol tipo I</td> <td>3110 kg/m³</td> <td>0.1441 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m³</td> <td>0.2500 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0.0200 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Chemaplast</td> <td>1200 kg/m³</td> <td>0.0021 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fibra polipropileno</td> <td>---</td> <td>0.0000 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2621 kg/m³</td> <td>1.0000 m³</td> <td>0.50%</td> <td>0.72%</td> <td>3.15</td> <td>1380</td> <td>1560</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2643 kg/m³</td> <td>2.0000 m³</td> <td>0.63%</td> <td>0.54%</td> <td>6.87</td> <td>1490</td> <td>1690</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de pasta</td> <td>0.4161 m³</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de agregados</td> <td>0.5839 m³</td> <td colspan="5"></td> </tr> </tbody> </table>					INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³						Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³						Aire	---	0.0200 m ³						Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³						Fibra polipropileno	---	0.0000 m ³						Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560	Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³	0.63%	0.54%	6.87	1490	1690	Volumen de pasta		0.4161 m ³						Volumen de agregados		0.5839 m ³					
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO																																																																																		
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³																																																																																		
Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³																																																																																		
Aire	---	0.0200 m ³																																																																																		
Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³																																																																																		
Fibra polipropileno	---	0.0000 m ³																																																																																		
Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560																																																																													
Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³	0.63%	0.54%	6.87	1490	1690																																																																													
Volumen de pasta		0.4161 m ³																																																																																		
Volumen de agregados		0.5839 m ³																																																																																		
10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS 13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.036 m³																																																																																				
Agregado grueso 54.5% ≈ 0.3181 m ³ ≈ 834 kg		Cemento Sol tipo I 16.13 kg																																																																																		
Agregado fino 45.5% ≈ 0.2658 m ³ ≈ 702 kg		Agua 9.04 L																																																																																		
11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD																																																																																				
Agregado grueso 838 kg		Chemaplast 74 mL																																																																																		
Agregado fino 707 kg		Fibra polipropileno 13.5 g																																																																																		
12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD 14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA																																																																																				
Agua 251 L		CEM AF AG AGUA ADITIVO FIBRA																																																																																		
		1 : 1.6 : 2.0 : 23.8 L / bolsa : 195 mL / Bolsa : 35.6 g / Bolsa																																																																																		
OBSERVACIONES:																																																																																				
* Muestras provistas e identificadas por el solicitante * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL																																																																																				

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma:	D: M: A:	JEFE LEM Nombre y firma: Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D: M: A:
		CGC - LEM Nombre y firma: Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D: M: A:

ANEXO 23: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 150% microfibra de polipropileno.

FORMATO		Código	AE-FO-93																																																																																								
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO MÉTODO DEL ACI 211		Versión	01																																																																																								
			Fecha	30-04-2018																																																																																								
			Página	1 de 1																																																																																								
PROYECTO : CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS REGISTRO N°: IGC18-LEM-160																																																																																												
SOLICITANTE : Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado REALIZADO POR : J. Paulino																																																																																												
CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : J. Gutiérrez																																																																																												
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE VACIADO : 19/04/2018																																																																																												
TURNO : Diurno																																																																																												
Agregado fino : Arena gruesa - Cantera Romaña F'c de diseño: 210 kg/cm²																																																																																												
Agregado grueso : Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña Asentamiento: 5"																																																																																												
Cemento : Sol tipo 1 Código de mezcla: 210N-150FP																																																																																												
Aditivo : Chemaplast Fecha de roturas: 28/04/2018																																																																																												
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA 5. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO																																																																																												
F'cr = 294		Aire = 2.0%																																																																																										
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO 6. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO																																																																																												
R a/c = 0.568		Cemento = 448 kg																																																																																										
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA 7. FACTOR CEMENTO																																																																																												
Agua = 250 L		Bolsas x m ³ = 10.5 Bolsas																																																																																										
4. PROPORCIÓN DE ADITIVO 8. DOSIS DE FIBRA																																																																																												
Chemaplast = 0.55% ≈ 2.464 kg		Fibra polipropileno = 150% ≈ 450 g																																																																																										
9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol tipo I</td> <td>3110 kg/m³</td> <td>0.1441 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m³</td> <td>0.2500 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0.0200 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Chemaplast</td> <td>1200 kg/m³</td> <td>0.0021 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fibra polipropileno</td> <td>---</td> <td>0.0000 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2621 kg/m³</td> <td>1.0000 m³</td> <td>HUMEDAD</td> <td>ABSORCIÓN</td> <td>MÓD. FINEZA</td> <td>P.U. SUELTO</td> <td>P.U. COMP.</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2643 kg/m³</td> <td>2.0000 m³</td> <td>0.50%</td> <td>0.72%</td> <td>3.15</td> <td>1380</td> <td>1560</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.63%</td> <td>0.54%</td> <td>6.87</td> <td>1490</td> <td>1690</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de pasta</td> <td>0.4161 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de agregados</td> <td>0.5839 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³						Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³						Aire	---	0.0200 m ³						Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³						Fibra polipropileno	---	0.0000 m ³						Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMP.	Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560				0.63%	0.54%	6.87	1490	1690	Volumen de pasta		0.4161 m ³						Volumen de agregados		0.5839 m ³					
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO																																																																																										
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³																																																																																										
Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³																																																																																										
Aire	---	0.0200 m ³																																																																																										
Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³																																																																																										
Fibra polipropileno	---	0.0000 m ³																																																																																										
Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMP.																																																																																					
Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560																																																																																					
			0.63%	0.54%	6.87	1490	1690																																																																																					
Volumen de pasta		0.4161 m ³																																																																																										
Volumen de agregados		0.5839 m ³																																																																																										
10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS 13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.036 m³																																																																																												
Agregado grueso 54.5% ≈ 0.3181 m ³ ≈ 834 kg		Cemento Sol tipo I 16.13 kg																																																																																										
Agregado fino 45.5% ≈ 0.2658 m ³ ≈ 702 kg		Agua 9.04 L																																																																																										
11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD																																																																																												
Agregado grueso 838 kg		Chemaplast 74 mL																																																																																										
Agregado fino 707 kg		Fibra polipropileno 16.2 g																																																																																										
12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD 14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA																																																																																												
Agua 251 L		CEM AF AG AGUA ADITIVO FIBRA																																																																																										
		1 : 1.6 : 2.0 : 23.8 L / bolsa : 195 mL / Bolsa : 42.7 g / Bolsa																																																																																										

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM D: Nombre y firma:	JEFE LEM D: Nombre y firma: Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	CCC - LEM D: Nombre y firma: Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

ANEXO 24: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 175% microfibra de polipropileno.

FORMATO		Código	AE-FO-93																																																																																
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO MÉTODO DEL ACI 211		Versión	01																																																																																
			Fecha	30-04-2018																																																																																
			Página	1 de 1																																																																																
PROYECTO : CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS REGISTRO N°: IGC18-LEM-160																																																																																				
SOLICITANTE : Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado REALIZADO POR : J. Paulino																																																																																				
CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : J. Gutiérrez																																																																																				
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL FECHA DE VACIADO : 19/04/2018																																																																																				
TURNOS : Diurno																																																																																				
Agregado fino : Arena gruesa - Cantera Romaña F'c de diseño: 210 kg/cm²																																																																																				
Agregado grueso : Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña Asentamiento: 5"																																																																																				
Cemento : Sol tipo 1 Código de mezcla: 210N-175FP																																																																																				
Aditivo : Chemaplast Fecha de roturas: 26/04/2018																																																																																				
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA 5. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO																																																																																				
F'or = 294		Aire = 2.0%																																																																																		
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO 6. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO																																																																																				
R a/c = 0.558		Cemento = 448 kg																																																																																		
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA 7. FACTOR CEMENTO																																																																																				
Agua = 250 L		Bolsas x m ³ = 10.5 Bolsas																																																																																		
4. PROPORCIÓN DE ADITIVO 8. DOSIS DE FIBRA																																																																																				
Chemaplast = 0.55% ≈ 2.464 kg		Fibra polipropileno = 175% ≈ 525 g																																																																																		
9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol tipo I</td> <td>3110 kg/m³</td> <td>0.1441 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m³</td> <td>0.2500 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0.0200 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Chemaplast</td> <td>1200 kg/m³</td> <td>0.0021 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fibra polipropileno</td> <td>---</td> <td>0.0000 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2621 kg/m³</td> <td>1.0000 m³</td> <td>HUMEDAD</td> <td>ABSORCIÓN</td> <td>MÓD. FINEZA</td> <td>P.U. SUELTO</td> <td>P.U. COMP.</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2643 kg/m³</td> <td>2.0000 m³</td> <td>0.50%</td> <td>0.72%</td> <td>3.15</td> <td>1380</td> <td>1560</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de pasta</td> <td>0.4161 m³</td> <td>0.63%</td> <td>0.54%</td> <td>6.87</td> <td>1490</td> <td>1690</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de agregados</td> <td>0.5639 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³						Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³						Aire	---	0.0200 m ³						Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³						Fibra polipropileno	---	0.0000 m ³						Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMP.	Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560	Volumen de pasta		0.4161 m ³	0.63%	0.54%	6.87	1490	1690	Volumen de agregados		0.5639 m ³					
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO																																																																																		
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³																																																																																		
Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³																																																																																		
Aire	---	0.0200 m ³																																																																																		
Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³																																																																																		
Fibra polipropileno	---	0.0000 m ³																																																																																		
Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMP.																																																																													
Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560																																																																													
Volumen de pasta		0.4161 m ³	0.63%	0.54%	6.87	1490	1690																																																																													
Volumen de agregados		0.5639 m ³																																																																																		
10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS 13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.036 m³																																																																																				
Agregado grueso 54.5% ≈ 0.3181 m ³ ≈ 834 kg		Cemento Sol tipo I 16.13 kg																																																																																		
Agregado fino 45.5% ≈ 0.2658 m ³ ≈ 702 kg		Agua 9.04 L																																																																																		
11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD																																																																																				
Agregado grueso 838 kg		Chemaplast 74 mL																																																																																		
Agregado fino 707 kg		Fibra polipropileno 18.9 g																																																																																		
12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD																																																																																				
Agua 251 L		Agregado grueso 30.17 kg																																																																																		
14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA																																																																																				
		Agregado fino 25.45 kg																																																																																		
		CEM AF AG AGUA ADITIVO FIBRA																																																																																		
		1 : 1.6 : 2.0 : 23.8 L / bolsa : 195 mL / Bolsa : 49.8 g / Bolsa																																																																																		
OBSERVACIONES:																																																																																				
* Muestras provistas e identificadas por el solicitante																																																																																				
* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIOCONTROL.																																																																																				

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma:	D: M: A:	JEFE LEM Nombre y firma: Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D: M: A:
		CGC - LEM Nombre y firma: Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D: M: A:

ANEXO 25: Diseño de mezclas de concreto – diseño comprobado Método del ACI 211 – Mezcla con 200% microfibras de polipropileno.

FORMATO		Código	AE-FO-93																																																																																										
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO MÉTODO DEL ACI 211		Versión	01																																																																																										
			Fecha	30-04-2018																																																																																										
			Página	1 de 1																																																																																										
PROYECTO : CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS REGISTRO N°: IGC18-LEM-160																																																																																														
SOLICITANTE : Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado REALIZADO POR : J. Paulino																																																																																														
CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : J. Gutiérrez																																																																																														
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL FECHA DE VACIADO : 19/04/2018																																																																																														
TURNOS : Diurno																																																																																														
Agregado fino : Arena gruesa - Cantera Romaña F'c de diseño: 210 kg/cm²																																																																																														
Agregado grueso : Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña Asentamiento: 5"																																																																																														
Cemento : Sol tipo 1 Código de mezcla: 210N-200FP																																																																																														
Aditivo : Chemaplast Fecha de roturas: 26/04/2018																																																																																														
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA 5. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO																																																																																														
F'cr = 284 Aire = 2.0%																																																																																														
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO 6. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO																																																																																														
R a/c = 0.558 Cemento = 448 kg																																																																																														
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA 7. FACTOR CEMENTO																																																																																														
Agua = 250 L Bolsas x m³ = 10.5 Bolsas																																																																																														
4. PROPORCIÓN DE ADITIVO 8. DOSIS DE FIBRA																																																																																														
Chemaplast = 0.55% ≈ 2.464 kg Fibra polipropileno = 200% ≈ 600 g																																																																																														
9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol tipo I</td> <td>3110 kg/m³</td> <td>0.1441 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m³</td> <td>0.2500 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0.0200 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Chemaplast</td> <td>1200 kg/m³</td> <td>0.0021 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fibra polipropileno</td> <td>---</td> <td>0.0000 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2621 kg/m³</td> <td>1.0000 m³</td> <td>0.50%</td> <td>0.72%</td> <td>3.15</td> <td>1380</td> <td>1560</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2643 kg/m³</td> <td>2.0000 m³</td> <td>0.63%</td> <td>0.54%</td> <td>6.87</td> <td>1490</td> <td>1690</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de pasta</td> <td>0.4161 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de agregados</td> <td>0.5839 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO							Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³							Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³							Aire	---	0.0200 m ³							Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³							Fibra polipropileno	---	0.0000 m ³							Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560		Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³	0.63%	0.54%	6.87	1490	1690		Volumen de pasta		0.4161 m ³							Volumen de agregados		0.5839 m ³						
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO																																																																																												
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1441 m ³																																																																																												
Agua	1000 kg/m ³	0.2500 m ³																																																																																												
Aire	---	0.0200 m ³																																																																																												
Chemaplast	1200 kg/m ³	0.0021 m ³																																																																																												
Fibra polipropileno	---	0.0000 m ³																																																																																												
Agregado grueso	2621 kg/m ³	1.0000 m ³	0.50%	0.72%	3.15	1380	1560																																																																																							
Agregado fino	2643 kg/m ³	2.0000 m ³	0.63%	0.54%	6.87	1490	1690																																																																																							
Volumen de pasta		0.4161 m ³																																																																																												
Volumen de agregados		0.5839 m ³																																																																																												
10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS 13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.036 m³																																																																																														
Agregado grueso 54.5% ≈ 0.3181 m ³ ≈ 834 kg Cemento Sol tipo I 16.13 kg																																																																																														
Agregado fino 45.5% ≈ 0.2658 m ³ ≈ 702 kg Agua 9.04 L																																																																																														
Chemaplast 74 mL																																																																																														
Fibra polipropileno 21.6 g																																																																																														
Agregado grueso 30.17 kg																																																																																														
Agregado fino 25.45 kg																																																																																														
11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD																																																																																														
Agregado grueso 838 kg																																																																																														
Agregado fino 707 kg																																																																																														
12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD 14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA																																																																																														
Agua 251 L CEM 1 : 1.6 : 2.0 : 23.8 L / bolsa : 195 mL / Bolsa : 56.9 g / Bolsa																																																																																														

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM D: Nombre y firma:	JEFE LEM D: Nombre y firma: Noemí G. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	CCC - LEM D: Nombre y firma: Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

ANEXO 26: Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de hormigón – ASTM C39

FORMATO		Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS		REGISTRO N°: IGC18-LEM-160	
SOLICITANTE	: Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado		REALIZADO POR :	J. Paulino
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE VACIADO :	Varias
			TURNOS :	Diurno
Agregado fino	: Arena gruesa - Cantera Romaña		F'c de diseño:	210 kg/cm ²
Agregado grueso	: Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña		Asentamiento de diseño:	5"
Cemento	: Sol tipo 1		Fecha de emisión:	5/05/2018
Aditivo	: Chemaplast			

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39						
CÓDIGO DE MEZCLA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO kg/cm ²	% f _c
210N-0F	11/04/2018	18/04/2018	7 días	2.00	413	196.9%
210N-25FA	11/04/2018	18/04/2018	7 días	1.99	412	196.3%
210N-50FA	11/04/2018	18/04/2018	7 días	1.98	413	196.7%
210N-75FA	12/04/2018	19/04/2018	7 días	1.99	414	197.0%
210N-100FA	12/04/2018	19/04/2018	7 días	1.99	413	196.7%
210N-125FA	14/04/2018	21/04/2018	7 días	2.00	409	194.7%
210N-150FA	14/04/2018	21/04/2018	7 días	1.98	403	192.0%
210N-175FA	14/04/2018	21/04/2018	7 días	2.00	425	202.5%
210N-200FA	16/04/2018	23/04/2018	7 días	1.98	411	195.8%
210N-25FP	16/04/2018	23/04/2018	7 días	1.99	387	184.4%
210N-50FP	16/04/2018	23/04/2018	7 días	1.99	388	184.8%
210N-75FP	17/04/2018	24/04/2018	7 días	2.00	390	185.7%
210N-100FP	17/04/2018	24/04/2018	7 días	1.98	390	185.5%
210N-125FP	17/04/2018	24/04/2018	7 días	1.97	390	185.7%
210N-150FP	19/04/2018	26/04/2018	7 días	2.00	394	187.5%
210N-175FP	19/04/2018	26/04/2018	7 días	1.99	403	192.1%
210N-200FP	19/04/2018	26/04/2018	7 días	1.97	376	179.0%

OBSERVACIONES:

- * Muestras curadas en el laboratorio de INGEOCONTROL a condiciones estándar
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma:	D: M: A:	JEFE LEM Nombre y firma: Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D: M: A:
		CQC - LEM Nombre y firma: Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D: M: A:

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

ANEXO 27: Método de prueba estándar para la resistencia a la flexión del concreto (usando una viga simple con carga al tercio central) – ASTM C78.

FORMATO		Código	AE-FO-102
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO CENTRAL)		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

PROYECTO : CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS
 REGISTRO N°: IGC18-LEM-160
 SOLICITANTE : Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado
 CÓDIGO DE PROYECTO : ---
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL
 REALIZADO POR : J. Paulino
 REVISADO POR : J. Gutiérrez
 FECHA DE VACIADO : Varias
 TURNO : Diurno

Agregado fino : Arena gruesa - Cantera Romaña
 Agregado grueso : Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña
 Cemento : Sol tipo 1
 Aditivo : Chemaplast
 F'c de diseño: 210 kg/cm2
 Asentamiento de diseño: 5"
 Fecha de emisión: 5/05/2018

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO SIMPLE PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE ROTURA ASTM C78					
CÓDIGO DE MEZCLA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	MÓDULO DE ROTURA kg/cm2
210N-0F	11/04/2018	18/04/2018	7 días	Tercio central	63.1
210N-25FA	11/04/2018	18/04/2018	7 días	Tercio central	57.2
210N-50FA	11/04/2018	18/04/2018	7 días	Tercio central	56.7
210N-75FA	12/04/2018	19/04/2018	7 días	Tercio central	57.4
210N-100FA	12/04/2018	19/04/2018	7 días	Tercio central	54.2
210N-125FA	14/04/2018	21/04/2018	7 días	Tercio central	69.9
210N-150FA	14/04/2018	21/04/2018	7 días	Tercio central	60.3
210N-175FA	14/04/2018	21/04/2018	7 días	Tercio central	63.0
210N-200FA	16/04/2018	23/04/2018	7 días	Tercio central	45.9
210N-25FP	16/04/2018	23/04/2018	7 días	Tercio central	59.8
210N-50FP	16/04/2018	23/04/2018	7 días	Tercio central	45.1
210N-75FP	17/04/2018	24/04/2018	7 días	Tercio central	49.2
210N-100FP	17/04/2018	24/04/2018	7 días	Tercio central	68.5
210N-125FP	17/04/2018	24/04/2018	7 días	Tercio central	63.0
210N-150FP	19/04/2018	26/04/2018	7 días	Tercio central	59.9
210N-175FP	19/04/2018	26/04/2018	7 días	Tercio central	36.0
210N-200FP	19/04/2018	26/04/2018	7 días	Tercio central	46.5

OBSERVACIONES:

- * Muestras curadas en el laboratorio de INGEOCONTROL a condiciones estándar
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
A:	Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		OOC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

ANEXO 28: Método de prueba estándar para determinar la resistencia a la tracción de muestras cilíndricas de hormigón – ASTM C496.

FORMATO		Código	AE-FO-103
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS			REGISTRO N°: IGC18-LEM-160
SOLICITANTE	: Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado			REALIZADO POR : J. Paulino
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---			REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL			FECHA DE VACIADO : Varias
				TURNOS : Diurno
Agregado fino	: Arena gruesa - Cantera Romaña			F'c de diseño: 210 kg/cm2
Agregado grueso	: Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña			Asentamiento de diseño: 5"
Cemento	: Sol tipo 1			Fecha de emisión: 5/05/2018
Aditivo	: Chemaplast			

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL EN PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C496					
CÓDIGO DE MEZCLA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO A LA TRACCIÓN kg/cm2
210N-0F	11/04/2018	18/04/2018	7 días	2.02	30.5
210N-25FA	11/04/2018	18/04/2018	7 días	2.01	34.1
210N-50FA	11/04/2018	18/04/2018	7 días	1.97	33.1
210N-75FA	12/04/2018	19/04/2018	7 días	1.99	31.1
210N-100FA	12/04/2018	19/04/2018	7 días	1.95	29.5
210N-125FA	14/04/2018	21/04/2018	7 días	1.97	25.5
210N-150FA	14/04/2018	21/04/2018	7 días	2.00	33.4
210N-175FA	14/04/2018	21/04/2018	7 días	2.00	37.7
210N-200FA	19/04/2018	23/04/2018	7 días	1.99	30.0
210N-25FP	19/04/2018	23/04/2018	7 días	2.01	34.1
210N-50FP	19/04/2018	23/04/2018	7 días	1.95	27.9
210N-75FP	17/04/2018	24/04/2018	7 días	1.96	29.0
210N-100FP	17/04/2018	24/04/2018	7 días	1.98	24.9
210N-125FP	17/04/2018	24/04/2018	7 días	2.02	24.3
210N-150FP	19/04/2018	26/04/2018	7 días	1.99	30.6
210N-175FP	19/04/2018	26/04/2018	7 días	2.01	34.2
210N-200FP	19/04/2018	26/04/2018	7 días	2.00	32.6

OBSERVACIONES:

- * Muestras curadas en el laboratorio de INGEOCONTROL a condiciones estándar
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM D: M: A:	JEFE LEM D: M: A:	COC - LEM D: M: A:	
Nombre y firma:	Nombre y firma: Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma: Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

CÓDIGO DE MEZCLA	FECHA DE VACIADO	TEMP AMBIENTE ASTM C1064 °C	TEMP MEZCLA ASTM C1064 °C	SLUMP OBTENIDO ASTM C143	PESO UNITARIO ASTM C138	CONTENIDO DE AIRE ASTM C231
210N-0F	11/04/2018	25.1	26.6	5"	2384 kg/m ³	2.5%
210N-25F	11/04/2018	25.4	26.2	4 3/4"	2382 kg/m ³	2.0%
210N-50F	11/04/2018	24.5	25.1	3"	2367 kg/m ³	1.4%
210N-75F	12/04/2018	24.3	25.1	2"	2384 kg/m ³	2.0%
210N-100F	12/04/2018	24.8	26.3	2"	2386 kg/m ³	2.1%
210N-125F	14/04/2018	24.3	25.9	1 1/2"	2385 kg/m ³	1.2%
210N-150F	14/04/2018	25.2	24.1	1 1/2"	2385 kg/m ³	1.3%
210N-175F	14/04/2018	25.1	28.5	1 1/2"	2382 kg/m ³	1.4%
210N-200F	16/04/2018	25.4	24.6	1"	2386 kg/m ³	1.9%
210N-25P	16/04/2018	25.2	25.7	4 1/2"	2384 kg/m ³	2.0%
210N-50P	16/04/2018	24.3	25.7	3 1/2"	2386 kg/m ³	1.6%
210N-75P	17/04/2018	24.9	26.8	2 1/2"	2386 kg/m ³	1.2%
210N-100P	17/04/2018	24.3	25.9	1 1/2"	2383 kg/m ³	0.9%
210N-125P	17/04/2018	24.4	25.5	1 1/2"	2383 kg/m ³	1.6%
210N-150P	19/04/2018	24.5	25.4	1 1/2"	2386 kg/m ³	1.5%
210N-175P	19/04/2018	24.7	25.4	1 1/2"	2384 kg/m ³	2.3%
210N-200P	19/04/2018	24.4	25.8	1 1/2"	2386 kg/m ³	2.0%

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima
Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

ANEXO 30: Registro de datos de CRR para la microfibra sintética acrílica.

FORMATO		Código	AE-FO-100
	CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO FRESCO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO		: CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS		REGISTRO N°: IGC18-LEM-160
SOLICITANTE		: Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado		REALIZADO POR : J. Paulino
CÓDIGO DE PROYECTO		: ---		REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO		: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE VACIADO : Varias
				TURNOS : Diurno
Agregado fino		: Arena gruesa - Cantera Romaña		F'c de diseño: 210 kg/cm2
Agregado grueso		: Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña		Asentamiento de diseño: 5"
Cemento		: Sol tipo 1		Fecha de emisión: 5/05/2018
Aditivo		: Chemaplast		

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EVALUAR EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA DEL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA RETENIDA (UTILIZANDO UN INSERTO DE FORMA DE ACERO) ASTM C1579

Longitud de fisura cm	Retracción (mm) 210N-0F	Retracción (mm) 210N-25FA	Retracción (mm) 210N-50FA	Retracción (mm) 210N-75FA	Retracción (mm) 210N-100FA	Retracción (mm) 210N-125FA	Retracción (mm) 210N-150FA	Retracción (mm) 210N-175FA	Retracción (mm) 210N-200FA
1	0.60	0.40	0.20	0.20	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00
2	0.60	0.70	0.40	0.10	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00
3	0.50	0.60	0.30	0.05	0.10	0.05	0.00	0.00	0.00
4	0.80	0.60	0.30	0.20	0.10	0.05	0.00	0.00	0.00
5	0.70	0.70	0.40	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.70	0.90	0.10	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.60	0.80	0.20	0.05	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
8	1.10	1.00	0.20	0.20	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
9	1.60	1.10	0.10	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
10	1.10	1.10	0.10	0.20	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
11	1.10	1.20	0.30	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
12	1.00	1.10	0.50	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
13	1.40	0.70	0.40	0.10	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.60	0.50	0.05	0.20	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
15	1.20	0.60	0.05	0.10	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.80	0.30	0.30	0.20	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.80	0.40	0.05	0.10	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.90	0.50	0.10	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.90	0.30	0.50	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.80	0.30	0.50	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.80	0.20	0.30	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.90	0.10	0.30	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.70	0.10	0.20	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.70	0.05	0.30	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.50	0.05	0.20	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
26	1.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
27	0.40	0.05	0.10	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.60	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
29	0.60	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.40	0.10	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
Promedio	0.81	0.49	0.22	0.09	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00
CRR	0.0%	40.2%	72.7%	89.3%	93.2%	99.2%	100.0%	100.0%	100.0%

OBSERVACIONES:

- * El muestreo y ensayo fue realizado por personal de INGEOCONTROL según los estándares de cada ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
A:	Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

ANEXO 31: Registro de datos de CRR para la microfibras sintética de polipropileno.

FORMATO		Código	AE-FO-100
	CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO FRESCO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

PROYECTO : CONTROL DE LA RETRACCIÓN PLÁSTICA MEDIANTE EL USO DE DOSIFICACIONES DE MICROFIBRAS SINTÉTICAS DRYMIX RC4020 Y FIBRA ULTRAFINA UTILIZANDO PANELES NORMADOS
SOLICITANTE : Sr. Jeremy Llanos / Srta. Meliza Mellado
CÓDIGO DE PROYECTO : ---
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL

REALIZADO POR : J. Paulino
REVISADO POR : J. Gutiérrez
FECHA DE VACIADO : Varias
TURNOS : Diurno

Agregado fino : Arena gruesa - Cantera Romaña
Agregado grueso : Piedra chancada 3/4" - Cantera Romaña
Cemento : Sol tipo 1
Aditivo : Chemaplast

F'c de diseño: 210 kg/cm2
Asentamiento de diseño: 5"
Fecha de emisión: 5/05/2018

REGISTRO N°: IGC18-LEM-160

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EVALUAR EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA DEL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRA RETENIDA (UTILIZANDO UN INSERTO DE FORMA DE ACERO) ASTM C1579

Longitud de fibra (mm)	Retracción (mm) 210N-0F	Retracción (mm) 210N-25FP	Retracción (mm) 210N-50FP	Retracción (mm) 210N-75FP	Retracción (mm) 210N-100FP	Retracción (mm) 210N-125FP	Retracción (mm) 210N-150FP	Retracción (mm) 210N-175FP	Retracción (mm) 210N-200FP
1	0.60	0.50	0.20	0.20	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00
2	0.60	0.70	0.30	0.30	0.10	0.05	0.05	0.00	0.00
3	0.50	0.80	0.30	0.05	0.20	0.05	0.05	0.00	0.00
4	0.80	0.70	0.30	0.40	0.20	0.05	0.05	0.00	0.00
5	0.70	1.00	0.30	0.40	0.20	0.05	0.05	0.00	0.00
6	0.70	0.90	0.50	0.40	0.20	0.05	0.05	0.00	0.00
7	0.60	0.90	0.50	0.30	0.20	0.05	0.05	0.00	0.00
8	1.10	0.80	1.00	0.30	0.20	0.05	0.05	0.00	0.00
9	1.60	1.10	0.50	0.40	0.20	0.05	0.05	0.00	0.00
10	1.10	1.20	0.40	0.40	0.20	0.05	0.05	0.00	0.00
11	1.10	1.00	0.30	0.30	0.10	0.05	0.05	0.00	0.00
12	1.00	1.00	0.30	0.40	0.10	0.05	0.10	0.00	0.00
13	1.40	0.50	0.80	0.60	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00
14	0.60	0.60	0.60	0.40	0.10	0.00	0.05	0.00	0.00
15	1.20	0.40	0.40	0.30	0.10	0.05	0.05	0.00	0.00
16	0.80	0.70	0.40	0.50	0.10	0.10	0.05	0.00	0.00
17	0.80	0.70	0.30	0.40	0.10	0.10	0.10	0.05	0.05
18	0.90	0.70	0.30	0.30	0.10	0.05	0.10	0.00	0.00
19	0.90	0.60	0.30	0.50	0.10	0.05	0.05	0.00	0.00
20	0.80	0.40	0.30	0.50	0.20	0.10	0.05	0.00	0.00
21	0.80	0.50	0.30	0.40	0.20	0.10	0.05	0.00	0.00
22	0.90	0.50	0.30	0.40	0.20	0.10	0.05	0.00	0.00
23	0.70	0.40	0.20	0.20	0.20	0.05	0.05	0.00	0.00
24	0.70	0.30	0.20	0.30	0.10	0.05	0.05	0.00	0.00
25	0.50	0.30	0.30	0.50	0.10	0.05	0.05	0.00	0.00
26	1.00	0.10	0.20	0.40	0.05	0.10	0.05	0.00	0.00
27	0.40	0.20	0.20	0.30	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00
28	0.60	0.30	0.30	0.30	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00
29	0.60	0.30	0.20	0.10	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00
30	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00
Promedio	0.81	0.61	0.36	0.35	0.13	0.06	0.06	0.00	0.00
CRR	0.0%	24.6%	56.1%	57.6%	84.0%	93.0%	93.2%	99.8%	99.8%

OBSERVACIONES:

- * El muestreo y ensayo fue realizado por personal de INGEOCONTROL según los estándares de cada ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma:	D: M: A:	JEFE LEM Nombre y firma: Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D: M: A:
CCQ - LEM Nombre y firma: Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D: M: A:		