



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil”

TITULO:

**ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO,
COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS
RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA
DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.**

AUTORES:

ARACELLY ESTEFANÍA RODRÍGUEZ ALMACHE
JOSÉ BLADIMIR VILLALBA REA

TUTOR:

ING. DANIEL RÍOS LARA

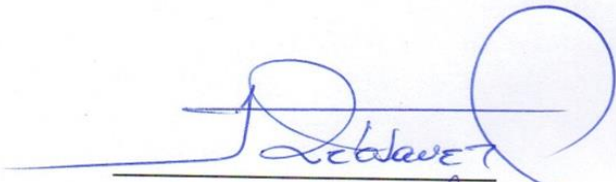
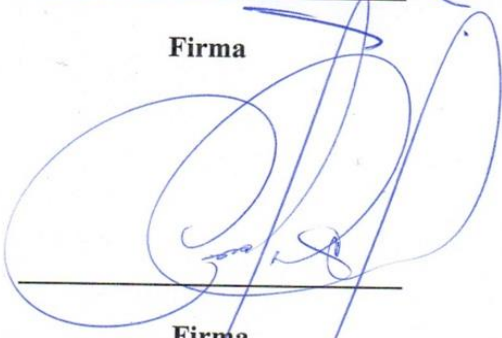
RIOBAMBA – ECUADOR

2015 – 2016

Los miembros del Tribunal de Graduación del Proyecto de Investigación de título: **“ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”**, presentado por: **Aracelly Estefanía Rodríguez Almache, José Bladimir Villalba Rea** y dirigida por el **Ing. Daniel Ríos**.

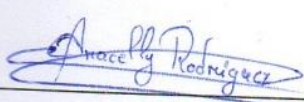
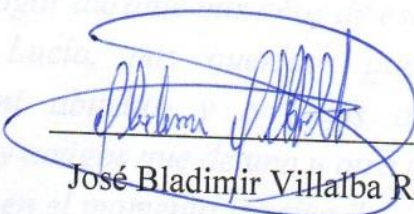
Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Víctor Velásquez Presidente del Tribunal	 Firma
Ing. Daniel Ríos Director del Proyecto	 Firma
Ing. Oscar Cevallos Ph.D. Miembro del Tribunal	 Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache, José Bladimir Villalba Rea y al Director del Proyecto Ing. Daniel Ríos; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo”

 _____ Aracelly Estefanía Rodríguez Almache CI: 0603568627	 _____ José Bladimir Villalba Rea. CI: 0604720144

AGRADECIMIENTO

“La gratitud es una virtud invaluable que refleja la capacidad humana de reconocer que no somos autosuficientes y que para alcanzar un propósito necesitamos de los medios y las personas indicadas. Así mismo, la retribución de los esfuerzos recibidos para llegar a alcanzar este peldaño más en mi vida será un deber maravilloso.

El conocimiento y la experiencia impartida por mis profesores; una vida de sacrificios, trabajo y lucha de mis padres su apoyo incondicional en todo momento y la devoción, paciencia y ejemplo de mi abuelita, son el legado que llevaré en mí para toda la vida.

Por ello mi gratitud a la Universidad Nacional de Chimborazo por haber sido mi segundo hogar durante mis años de estudio, a Víctor y Lucía, mis queridos padres, a Chelita, mi abuelita y a todos aquellos familiares y amigos que de una u otra manera estuvieron en el momento preciso.”

Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

DEDICATORIA

Para ustedes, mi vida entera:

Víctor, Lucía y Chelita.

Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

AGRADECIMIENTO

“A Dios sobre todas las cosas por cuidar de mí, guiar mi camino, por los dones que me ha dado y nunca dejarme solo, a mi tutor Ing. Daniel Ríos por sus conocimientos, su valioso tiempo y dedicación en la presente tesis, a la Escuela de Ingeniería Civil, al Ing. Oscar Cevallos a cargo del LCCDLM por su criterio profesional en la manipulación de los equipos de la UNACH, junto a los docentes que me instruyeron en la ciencia y el arte de la ingeniería civil, a mis padres, hermano, hermanas, novia y amigos.”

José Bladimir Villalba Rea.

DEDICATORIA

“A mis padres Zolia y Honorio quienes emprendieron junto a mí la carrera de Ingeniería Civil, quienes desde el primer día me dan su apoyo incondicional con paciencia y amor, a mis hermanos Freddy, Janeth, Geoconda, a mi ahijada Samantha y Anita por su exactitud en los momentos arduos, a mi novia Karen y mi gran amiga Maribel, porque a pesar de la distancia están siempre presentes en mi corazón.”

José Bladimir Villalba Rea.

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS	XII
RESUMEN	XX
SUMMARY	XXI
INTRODUCCIÓN	1
I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	2
1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....	2
1.1.1 CEMENTO.....	2
1.1.2 AGREGADOS	2
1.1.3 AGUA	3
1.1.4 FIBRAS DE NEUMÁTICOS RECICLADOS.....	3
1.2 DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN.....	14
1.2.1 DOSIFICACIÓN POR DENSIDAD ÓPTIMA DE UNA MEZCLA DE AGREGADOS... ..	15
1.3 PROPIEDADES DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL Y MODIFICADO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO.....	18
1.3.1 PRUEBAS DE CONSISTENCIA O TRABAJABILIDAD	18
1.3.2 DENSIDAD, ABSORCIÓN Y POROSIDAD	20
1.3.3 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	21
1.3.4 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	23
1.4 MICROESTRUCTURA DE UN HORMIGÓN MODIFICADO CON GRANOS DE CAUCHO.	24
1.5 REFERENCIAS DE ESTUDIOS EXPERIMENTALES SOBRES LAS PROPIEDADES DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON CAUCHO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS.....	27
1.6 ENSAYOS DE LABORATORIO.....	28
1.6.1 ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	28
1.6.2 ENSAYOS DE RESISTENCIA A FLEXIÓN EN TRES O CUATRO PUNTOS.....	28
1.6.3 ENSAYOS DE ADHERENCIA	29
II. METODOLOGÍA.....	31
2.1 TIPO DE ESTUDIO	31
2.2 POBLACIÓN MUESTRA.....	31
2.2.1 POBLACIÓN	31
2.2.2 MUESTRA	33
2.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	33
2.3.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	33
2.3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	33
2.4 PROCEDIMIENTOS	35
2.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	36

2.5.1 PROCESO	37
2.5.2 HORMIGÓN DE PRUEBA PARA LA RESISTENCIA REQUERIDA	40
2.5.3 DISEÑO DE LA PRIMERA DOSIFICACIÓN DE PRUEBA PARA LA RESISTENCIA ESPECIFICADA.....	41
2.5.4 DISEÑO DE LA SEGUNDA DOSIFICACIÓN DE PRUEBA PARA LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	53
2.5.5 DISEÑO DE LA TERCERA DOSIFICACIÓN DE PRUEBA PARA LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	54
2.5.6 DISEÑO DE LA CUARTA DOSIFICACIÓN DE PRUEBA PARA LA RESISTENCIA ESPECIFICADA.....	56
2.5.7 DISEÑO DEFINITIVO DE LA DOSIFICACIÓN PARA LA RESISTENCIA ESPECIFICADA.....	64
2.5.8 DISEÑO DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS DE NEUMÁTICO ..	69
2.5.9 PROGRAMACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN Y ENSAYOS DE VIGAS Y CILINDROS DE LA PRIMERA ETAPA.....	71
2.5.10 ENSAYO DE VIGAS A FLEXIÓN.....	73
2.5.11 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PROTOTIPO PARA MEDIR LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA HORMIGÓN-ACERO	76
2.5.12 PROGRAMACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN Y ENSAYOS DE CILINDROS, VIGAS Y PROBETAS PRISMÁTICAS DE LA SEGUNDA ETAPA	82
2.5.13 DOSIFICACIÓN FINAL CON EL PORCENTAJE DE FIBRA ÓPTIMO	88
2.5.14 PROCESO DE OBTENCIÓN DE PROBETAS PRISMÁTICAS DE ADHERENCIA.....	91
2.5.15 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENSAYO DE LA ADHERENCIA HORMIGÓN-ACERO DE PROBETAS PRISMÁTICAS.	96
2.5.16 MÓDULO DE ELASTICIDAD EN EL HORMIGÓN A LA TENSIÓN	101
III. RESULTADOS	104
3.1 ETAPA PRELIMINAR	106
3.2 PRIMERA ETAPA.....	106
3.2.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ÁRIDOS Y LA DENSIDAD DEL CEMENTO	107
3.2.2 DOSIFICACIONES PARA UN HORMIGÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE $F'_{C} = 210 \text{ KG/CM}^2$	107
3.2.3 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN $F'_{C} = 210 \text{ KG/CM}^2$, 15X30 CM.....	113
3.2.4 DOSIFICACIÓN SELECCIONADA.....	114
3.2.5 ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y DE FLEXIÓN PARA UN HORMIGON MODIFICADO CON 2, 3, 4, 5 Y 6 % DE FIBRA DE NEUMÁTICO	116
3.2.6 DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS DATOS A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN	121
3.2.7 DENSIDAD DEL HORMIGÓN MODIFICADO.....	121

3.3	SEGUNDA ETAPA.....	122
3.3.1	DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DEL MÓDULO DE ROTURA SEGUNDA ETAPA	122
3.3.2	DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DEL MÓDULO DE ROTURA A LOS 7 Y 28 DÍAS.....	123
3.4	DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD MÉTODO DE FLEXIÓN EN VIGA.....	124
3.5	DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DEL ESFUERZO A COMPRESIÓN EN CILINDROS DE HORMIGÓN	126
3.6	DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA EN PROBETAS PRISMÁTICAS (CUBOS).....	126
IV.	DISCUSIÓN	128
4.1	ANÁLISIS, COMPARACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LA ETAPA PRELIMINAR.....	129
4.1.1	DISEÑO DE LAS MEZCLAS DE HORMIGÓN Y ELECCIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DEFINITIVA	129
4.2	ANÁLISIS, COMPARACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LA PRIMERA ETAPA.....	131
4.2.1	COMPORTAMIENTO DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN 0, 2, 3, 4, 5 Y 6% A LA COMPRESIÓN.....	131
4.2.1.1	Análisis de los ensayos a compresión de cilindros (15x30cm) de hormigón de resistencia $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	132
4.2.2	COMPORTAMIENTO DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN 0, 2, 3, 4, 5 Y 6% A LA FLEXIÓN	137
4.2.2.1	Análisis de los ensayos a flexión en vigas (15x15x60cm) de hormigón de resistencia $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	137
4.3	DENSIDAD DEL HORMIGÓN MODIFICADO.....	140
4.4	ANÁLISIS, COMPARACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LA SEGUNDA ETAPA.....	141
4.5	ANÁLISIS DE RESULTADOS A LA COMPRESIÓN	142
4.6	DISCUSIÓN DE RESULTADOS A LA COMPRESIÓN	143
4.7	ANÁLISIS DE RESULTADOS A LA FLEXIÓN.....	144
4.7.1	COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS DEL MÓDULO DE ROTURA ENTRE VIGAS CON HORMIGÓN CONVENCIONAL Y HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN.....	144
4.7.2	CORRELACIÓN GRÁFICA DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD EN VIGAS CON HORMIGÓN CONVENCIONAL Y HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN	144
4.8	DISCUSIÓN DE RESULTADOS A FLEXIÓN.....	147
4.9	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA	148
4.9.1	CORRELACIÓN DE TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA VERSUS DESPRENDIMIENTO EN PROBETAS PRISMÁTICAS CON HORMIGÓN CONVENCIONAL Y HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN	148

4.9.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA VERSUS DESPRENDIMIENTO	150
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	152
5.1 CONCLUSIONES:.....	152
5.2 RECOMENDACIONES.....	156
VI. PROPUESTA.....	157
6.1 TITULO DE LA PROPUESTA	157
6.2 INTRODUCCIÓN	157
6.3 OBJETIVOS	158
6.3.1 GENERAL.....	158
6.3.2 ESPECÍFICOS.....	158
6.4 FUNDAMENTACION CIENTIFICA - TÉCNICA:	158
6.4.1 EL BLOQUE RECTANGULAR DE COMPRESIÓN EQUIVALENTE DE WHITNEY, ROMO M. (2008).	171
6.4.2 CUANTÍA MÍNIMAS DE ARMADO EN VIGAS	175
6.4.3 CONTROL DE DEFLEXIONES	176
6.4.4 MÉTODO ACI PARA EL CÁLCULO DE DEFLEXIONES	178
6.5 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	181
6.5.1 DISEÑO DE UNA VIGA RECTANGULAR SIMPLEMENTE ARMADA.....	181
6.6 METODOLOGÍA.....	182
6.6.1 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO.....	182
6.6.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE UNA VIGA RECTANGULAR SIMPLEMENTE ARMADA	182
6.7 BIBLIOGRAFÍA	212
6.8 ANEXOS	215
VII. BIBLIOGRAFÍA:	225
VIII. ANEXOS	230

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

<i>Tabla 1. Clasificación de los Elastómeros.....</i>	<i>4</i>
<i>Tabla 2. Composición típica de un neumático.....</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 3. Tabla comparativa de propiedades tensionales y de elongación entre el caucho vulcanizado y otros elastómeros.</i>	<i>7</i>
<i>Tabla 4. Propiedades físicas y químicas del caucho natural.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 5. Tipos de caucho sintéticos y sus características.</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 6. Tipos de desvulcanización y sus procesos</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 7. Tipos de moliendas para obtener partículas de caucho.</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 8. Calificación de la consistencia del hormigón según el asentamiento.</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 9. Resultados de Ensayos de Consistencia de Hormigón con Caucho</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 10. Producción de elementos de hormigón.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 11. Número de ensayos a compresión</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 12. Número de ensayos a flexión</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 13. Número de ensayos de adherencia</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 14. Operacionalización de variables.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 15. Requisitos de resistencia a la compresión cuando no se dispone de datos estadísticos.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 16. Primera Dosificación para un Hormigón de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 17. Porcentajes de Resistencia</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 18. Tolerancias para rotura de cilindros a compresión.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 19. Segunda Dosificación para un Hormigón de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 20. Tercera Dosificación para un Hormigón de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 21. Cuarta Dosificación para un Hormigón de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 22. Dosificación Definitiva para un Hormigón de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 23. Fechas de elaboración y ensayos de especímenes - primera etapa.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 24. Fecha de elaboración y ensayos de especímenes - segunda etapa.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 25. Contenido de humedad de las fibrillas recicladas de neumáticos.....</i>	<i>84</i>

Tabla 26. Porcentaje de absorción de las fibrillas recicladas de neumáticos	87
Tabla 27. Dosificación final para Hormigón modificado con FRN 4%, de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	88
Tabla 28. Datos comparativos entre las propiedades mecánicas de los agregados y las fibrillas recicladas de neumáticos.	91
Tabla 29. Propiedades de los Agregados de la Mina Hnos. Castro-Cerro Negro	107
Tabla 30. Diseño 1 de hormigón convencional de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	109
Tabla 31. Diseño 2 de hormigón convencional de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	110
Tabla 32. Diseño 3 de hormigón convencional de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	111
Tabla 33. Diseño 4 de hormigón convencional de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	112
Tabla 34. Resistencia a la compresión de los cilindros de hormigón convencional elaborados con diferentes dosificaciones.	113
Tabla 35. Resumen de pruebas a compresión a los 7 y 28 días, para seleccionar la dosificación adecuada	114
Tabla 36. Dosificación seleccionada para la Primera y Segunda Etapa	115
Tabla 37. Resumen de pruebas a probetas cilíndricas para la selección del porcentaje de fibra óptima (Ensayo de Resistencia a Compresión)	116
Tabla 38. Pruebas de resistencia a probetas cilíndricas con FRN 0%, FRN 2% y FRN 3% para la selección del porcentaje de fibra.....	117
Tabla 39. Pruebas de resistencia a probetas cilíndricas con FRN 0%, FRN 4% y FRN 5% para la selección del porcentaje de fibra óptimo.....	117
Tabla 40. Pruebas de resistencia a probetas cilíndricas con FRN 0% y FRN 6% para la selección del porcentaje de fibra óptimo.	118
Tabla 41. Resumen de pruebas de resistencia a probetas cilíndricas con todos los porcentajes de fibra para la selección del porcentaje de fibra óptimo.	118
Tabla 42. Pruebas a flexión de vigas con FRN 0%, FRN 2% y FRN 3% para la selección del porcentaje de fibra óptima	119
Tabla 43. Pruebas a flexión de vigas con FRN 0%, FRN 4% y FRN 5% para la selección del porcentaje de fibra óptima.	119
Tabla 44. Pruebas a flexión de vigas con FRN 0% y FRN 6% para la selección del porcentaje de fibra óptima.....	120
Tabla 45. Resumen de pruebas a flexión de vigas con todos los porcentajes de fibra para la selección del porcentaje de fibra óptima.	120

<i>Tabla 46. Desviación Estándar de los grupos de probetas comparables de cilindros y vigas.</i>	121
<i>Tabla 47. Densidad promedio del hormigón convencional y modificado a los 28 días.</i>	121
<i>Tabla 48. Dosificación final de la segunda etapa por unidad de cemento.</i>	123
<i>Tabla 49. Resultados de ensayos a flexión del hormigón convencional a 7 y 28 días de edad (Módulo de Rotura)</i>	124
<i>Tabla 50. Resultados del módulo de elasticidad en vigas de hormigón convencional y vigas con hormigón modificado con FRN con el 4%.</i>	125
<i>Tabla 51. Resultados de la resistencia a la compresión en cilindros de hormigón convencional y vigas con hormigón modificado con FRN con el 4%.</i>	126
<i>Tabla 52. Resultados de la tensión máxima de adherencia en cubos de hormigón convencional y cubos con hormigón modificado con FRN con el 4%.</i>	127
<i>Tabla 53. Comparación entre tiempos a flexión en igual número de ensayos y fuerza aplicada.</i>	146
<i>Tabla 54. Comparación entre tiempos a flexión en total de ensayos.</i>	146
<i>Tabla 55. Comparación entre desprendimiento en igual número de ensayos y fuerza aplicada.</i>	149
<i>Tabla 56. Comparación entre desprendimiento.</i>	150
<i>Tabla 57. Peraltes mínimos en losas y vigas sugeridos por el código del ACI para el control de deflexiones (ACI-318)</i>	177
<i>Tabla 58. Deflexiones máximas permitidas por el código ACI-318</i>	177
<i>Tabla 59. Programación para la fabricación y ensayos de vigas rectangulares simplemente armadas</i>	192
<i>Tabla 60. Datos de ensayos para obtener el peso volumétrico de la FRN</i>	193
<i>Tabla 61. Ensayos a flexión en vigas simplemente armadas de hormigón modificado con fibrillas de neumático</i>	201
<i>Tabla 62. Ensayos a flexión en vigas simplemente armadas de hormigón convencional</i>	201
<i>Tabla 63. Viga N-1 de hormigón modificado y viga de hormigón patrón o convencional</i>	202
<i>Tabla 64. Viga N-2 de hormigón modificado y viga de hormigón patrón o convencional</i>	202

<i>Tabla 65. Viga N-3 de hormigón modificado y viga de hormigón patrón o convencional</i>	203
<i>Tabla 66. Cuadro de resultados</i>	204

INDICE DE TABLAS

Figura 1: Diseño del caucho natural (a) con cadenas lineales entrelazadas antes del vulcanizado; (b) moléculas lineales con estructura de red tridimensional después del vulcanizado.....	11
Figura 2: Resultados de ensayos a la compresión en hormigón con 5, 10 y 15% de caucho.....	22
Figura 3: Resultados de ensayos a tracción en hormigón con 5, 10 y 15% de caucho.....	23
Figura 4: Fases principales que forma el hormigón modificado con NFU (Aumento x 10).....	24
Figura 5: Interface entre NFU y la pasta de cemento.....	25
Figura 6: Aspecto del hormigón con NFU-G sometido a un tratamiento térmico de 100 °C.....	25
Figura 7: Aspecto del hormigón con NFU-F sometido a un tratamiento térmico de 100 °C.....	26
Figura 8: Aspecto del hormigón convencional sometido a un tratamiento térmico de 100 °C.....	26
Figura 9: Ensayo de adherencia pull-out.....	30
Figura 10: Mezcla del hormigón.....	44
Figura 11: Adición de fibrillas recicladas de neumáticos.....	46
Figura 12: Cono de Abrams.....	47
Figura 13: Cono de Abrams (asentamiento del hormigón estado fresco).....	47
Figura 14: Compactado con varilla de apisonado (asentamiento del hormigón estado fresco)	48
Figura 15: Enrasado con varilla de apisonado (asentamiento del hormigón estado fresco)	48
Figura 16: Retiro del exceso de hormigón (asentamiento del hormigón estado fresco) ...	49
Figura 17: Retiro del molde (asentamiento del hormigón estado fresco)	49
Figura 18: Control del revenimiento (asentamiento del hormigón estado fresco).....	50
Figura 19: Falla del cilindro tipo III.....	52
Figura 20: Humedecido de la concreteira antes de la mezcla de hormigón	59
Figura 21: Colocar los 2/3 de agua en la concreteira para iniciar la mezcla de hormigón.	59
Figura 22: Colocar los 3/4 de ripio triturado en la concreteira	60

Figura 23: Colocar toda la cantidad de polvo de piedra en la concretera	60
Figura 24: Colocar toda la cantidad de cemento en la concretera.....	61
Figura 25: Colocar toda la cantidad de fibrillas recicladas de neumático en la concretera	61
Figura 26: Colocar la cuarta parte faltante de ripio triturado en la concretera.....	62
Figura 27: Colocar la tercera parte faltante de agua en la concretera	62
Figura 28: Mezclado del hormigón	63
Figura 29: Vertido del hormigón a la superficie plana no absorbente	63
Figura 30: Fibrilla reciclada de neumático seleccionada número 4.....	69
Figura 31: Acabado final de viga con la liana	72
Figura 32: Esquema de la aplicación de carga para el módulo de rotura.....	73
Figura 33: Ensayo de viga con la aplicación de carga a los 2/3.....	75
Figura 34: Probeta fallada, tipo de falla flexión dentro de los 2/3.....	75
Figura 35: Representación de las fallas de los ensayos a flexión.....	76
Figura 36: Prototipo de adherencia con sus partes.....	77
Figura 37: Prototipo de adherencia con sus dimensiones	78
Figura 38: Prototipo de adherencia ensamblando en la maquina universal	81
Figura 39: Peso del recipiente + fibrillas recicladas de neumático seco	83
Figura 40: Poner sobre una franela las fibrillas recicladas de neumático	85
Figura 41: Peso de las fibrillas recicladas de neumático en seco.....	86
Figura 42: Taller de confección de moldes en madera	91
Figura 43: Ubicación de la varilla dentro de la probeta	92
Figura 44: Compactación con 8 golpes por cada capa.....	93
Figura 45: Compactación con 5 a 7 golpes con el mazo por cada capa y luego enrazar ..	93
Figura 46: Rasanteo de la probeta para acabado final de la misma	94
Figura 47: Rasanteo de la probeta para acabado final de la misma	94
Figura 48: Identificación, almacenamiento y curado inicial.....	95
Figura 49: Desencoframos diligentemente todos los moldes de la probeta prismática.....	95
Figura 50: Curado final de las probetas prismáticas	96

Figura 51: Ubicación de la probeta prismática sobre el prototipo para medir la adherencia	96
Figura 52: Preparación de la probeta prismática para la colocación de la parte superior .	97
Figura 53: Atornillado de los pernos con las tuercas	97
Figura 54: Ubicación del prototipo de adherencia en la maquina universal.	98
Figura 55: Ajustado fuertemente las tuercas con los pernos.....	98
Figura 56: Ubicación del deformimetro para obtener su deformación	99
Figura 57: Registro del peso de un metro de una varilla de 10 mm.....	100
Figura 58: Fin del ensayo de adherencia, y registro del esfuerzo de adherencia a los 28 días, hormigón modificado.....	101
Figura 59: Colocación del deformímetro	103
Figura 60: Cuantificación de la deformación en vigas.....	103
Figura 61: Resistencia a la compresión de cada diseño a los 7 días.....	130
Figura 62: Resistencia a la compresión de cada diseño a los 28 días.....	130
Figura 63: Ensayos de resistencia a la compresión para hormigón con FRN 0%, FRN 2% y FRN 3%	132
Figura 64: Ensayos de resistencia a la compresión para hormigón con FRN 0%, FRN 3% y FRN 4%	134
Figura 65: Ensayos de resistencia a la compresión para hormigón con FRN 0% y FRN 6%	135
Figura 66: Curva de ensayos de resistencia a la compresión de hormigón con FRN 0%, FRN 2%, FRN 3%, FRN 4%, FRN 5% Y FRN 6%.	136
Figura 67: Ensayos a flexión para hormigón con FRN 0%, FRN 2% y FRN 3%	137
Figura 68: Ensayos a flexión para hormigón con FRN 0%, FRN 4% y FRN 5%	138
Figura 69: Ensayos a flexión para hormigón con FRN 0% y FRN 6%	139
Figura 70: Curva de ensayos a flexión de hormigón con FRN 0%, FRN 2%, FRN 3%, FRN 4%, FRN 5% Y FRN 6%.	140
Figura 71: Densidad promedio del hormigón con FRN 0%, FRN 2%, FRN 3%, FRN 4%, FRN 5% y FRN 6%.	141
Figura 72: Falla tipo 3, izquierda hormigón convencional, derecho hormigón modificado.	142
Figura 73: Ensayo realizado, compresión en cilindros, izquierda hormigón convencional, derecho hormigón modificado	143

Figura 74: Comparación de la fuerza vs deformación entre dos ensayos.	145
Figura 75: Ensayos realizados, izquierda hormigón convencional, derecho hormigón modificado	147
Figura 76: Ensayo realizado, flexión en vigas, izquierda hormigón convencional, derecho hormigón modificado.....	148
Figura 77: Desprendimiento de la varilla corrugada después del ensayo de adherencia.	151
Figura 78: Ensayo a flexión	159
Figura 79: Distribución de la fibras.....	163
Figura 80: Carga – deformación.....	167
Figura 81: Rectángulo de compresión equivalente bajo cargas ultimas.....	171
Figura 82: Sección transformada para el cálculo de momento de inercia critico.....	179
Figura 83: Deflexiones en vigas simplemente apoyadas.....	180
Figura 84: Aglomerado para vigas de concreto armado.....	190
Figura 85: Encofrado para vigas de concreto armado.....	190
Figura 86: Orificios para colocación de la varilla.....	191
Figura 87: Probeta de concreto armado para ensayo a flexión.....	191
Figura 88: Deformímetro adaptado al ensayo de flexión en vigas.....	195
Figura 89: Viga de hormigón convencional $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ llevada a la rotura.....	196
Figura 90: Viga de hormigón modificado $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ llevada a la rotura.....	196
Figura 91: Separación de las partes de la viga de hormigón modificado.....	197
Figura 92: Vista interna de la fisura a flexión de una viga simplemente armada de hormigón modificado.....	198
Figura 93: Sección transversal en la zona de fisuramiento de una viga simplemente armada.....	199
Figura 94: Control del tiempo de fisuración de la viga.....	200
Figura 95: Diagrama tiempo vs fisura de las vigas N-1; N-2; N-3 con FRN y sin FRN..	205

RESUMEN

La investigación realizada en este documento corresponde al proyecto de grado de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo, enfocado en el análisis del comportamiento a flexión de un hormigón modificado con fibras extraídas de la destrucción de neumáticos en desuso, el fin específico es conocer la incidencia que tiene la aportación de estas fibras en la cuantía de acero para el diseño de vigas simplemente armadas.

El proyecto se divide básicamente en tres etapas y una fase preliminar. La *fase preliminar*, corresponde a la búsqueda de proveedores de la fibra requerida, en la cual finalmente se utilizó la materia prima de la empresa Facerquim S.A, dedicada a la fabricación de pisos con fibras de neumáticos reciclados; mientras tanto, en laboratorio se determinó las propiedades mecánicas de los agregados de la Mina Hnos. Castro Cerro Negro y el diseño de la mezcla de hormigón que cumpla con la resistencia de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. En la *Primera Etapa*, se elaboraron probetas de hormigón convencional y modificado para ensayos a compresión y flexión con 2, 3, 4, 5 y 6 % del peso del agregado fino sustituido por fibras de caucho de neumáticos reciclados, con el fin de llegar al porcentaje óptimo de adición de fibra que trabaje con el hormigón de tal manera que, se llegue a la resistencia a la compresión especificada y que presente características a flexión que ayuden a conseguir una mejor resistencia a la rotura de las vigas. El porcentaje seleccionado fue del 4%. La *Segunda Etapa*, corresponde a la elaboración de vigas para ensayos a flexión, esta vez con el 4% del agregado grueso sustituido por la fibra. También se realizan ensayos de adherencia hormigón-acero mediante un procedimiento diseñado por el director y los tesisistas de este estudio. La *Tercera Etapa*, finalmente corresponde a la elaboración de vigas simplemente armadas de 10x10x60 cm y varilla corrugada de 6 mm de diámetro, el diseño se realizó con las propiedades del hormigón modificado que se determinaron en las etapas anteriores. En esta etapa se verificó la incidencia que tienen las fibras de caucho en el hormigón, mediante el ensayo a flexión en vigas, dando como resultado una resistencia a las cargas de flexión superior en el hormigón modificado en relación al hormigón convencional.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CENTRO DE IDIOMAS

Ms. Edison Salazar

6 de mayo de 2016

SUMMARY

The research carried out in this document corresponds to the civil engineering degree project at the National University of Chimborazo, focused on the flexural behavior analysis of a modified concrete with fibers extracted from the destruction of tires in disuse, the specific purpose is to know the impact that the contribution of these fibers have on the amount of steel to design simple reinforced beams.

The project is basically divided into three stages and a preliminary stage. The preliminary stage corresponds to the search for suppliers of the required fiber, in which finally the raw material of the company Facerquim S.A was used, this company is dedicated to the manufacturing of floors with recycled fibers from used tires; meanwhile, in the laboratory, the mechanical properties of aggregates from Hnos. Castro- Cerro Negro were determined and the design of the concrete mix that reaches the resistance of $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. In the First Stage, test tubes of conventional and modified concrete were prepared for testing compressive and flexural at 2, 3, 4, 5 and 6% by weight of fine aggregate replaced by recycled rubber tire fibers, in order to reach optimal fiber addition rate that works with concrete so that it reaches the specified resistance and compression presenting flexural characteristics for helping to achieve a better resistance to breakage of the beams. The selected percentage was 4%. The Second Stage corresponds to the production of beams for bending tests, this time with 4% of coarse aggregate replaced by fiber. The concrete-steel adhesion tests were also performed by a method designed by the director and thesis developers. Stage Three, finally corresponds to the production of just 10x10x60 cm armed beams and 6 mm rebar in diameter, the design was developed with the properties of modified concrete that were determined in the previous stages. At this stage the incidence of the rubber fibers in the concrete were verified, by testing flexion on beams, resulting in a higher resistance of top flexural loads in relation to conventional concrete.



INTRODUCCIÓN

Actualmente existen estudios dedicados al comportamiento mecánico a compresión y flexión del hormigón modificado con fibras de neumáticos reciclados, debido a que es un material sintético, inorgánico de alta durabilidad, reciclable y que provoca contaminación medio ambiental. Sin embargo, no existen estudios dedicados al análisis estructural del hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumáticos en vigas, para comprobar experimentalmente su comportamiento respecto a las propiedades de un hormigón convencional, proporcionando de esta manera un nuevo uso a los neumáticos reciclados.

Los países desarrollados están en búsqueda de alternativas para la producción de hormigón con materiales reciclables como son los neumáticos en desuso, por el impacto medio ambiental que estos generan, además el alto consumo de materiales para la construcción generan degradación como: la explotación de minas para la extracción de los agregados, los procesos de extracción de materiales para la fabricación del cemento y los procesos industriales para la elaboración de las palanquillas de acero donde la eliminación de gases tóxicos y desechos sólidos afectan al aire, suelo y agua. En nuestro país la industria del acero es considerable, y representa uno de los mayores movimientos comerciales, por lo que la adquisición de varillas corrugadas, perfiles y placas, son de alto costo económico.

El objetivo de la presente investigación consiste en conocer la aportación de las fibras de neumático en el hormigón convencional y su incidencia en la cuantía de acero para vigas simplemente armadas, convirtiéndose así en un hormigón modificado con características mecánicas y comportamientos propios poco investigados a nivel internacional y nacional. Sobre la aplicación de dicho hormigón en vigas, no se conoce de investigaciones que evalúen su capacidad en el campo estructural; por lo tanto, se aborda este tema priorizando la investigación en el comportamiento a flexión y adherencia hormigón-acero. De esta manera, se contribuye al beneficio ambiental, técnico y económico en la sociedad.

CAPITULO I

I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

1.1.1 CEMENTO

Se define como cemento a los conglomerantes hidráulicos, es decir que fraguan y se endurecen al reaccionar químicamente con el agua, produciendo compuestos mecánicamente resistentes y durables, incluso al estar sumergidos en la misma, lo cual los diferencia de cementantes aéreos, que fraguan y se endurecen en contacto con el aire. El principal componente del cemento es el clínker, que se produce de la mezcla y calcinación de piedra caliza y arcilla a una temperatura aproximada de 1400 grados centígrados dentro de un cilindro rotativo, Romo M. (2008).

Para la elaboración del concreto convencional utilizado en la construcción se utilizan únicamente cementantes hidráulicos, que requieren de agua para reaccionar químicamente, un tipo de cemento que destaca en la fabricación de hormigón estructural es el cemento Portland, siendo éste un polvo muy fino, de color grisáceo, que se compone principalmente de calcio y de aluminio proveniente de la combinación de calizas, arcillas o pizarras, y yeso, mediante procesos de fabricación especiales, Nawy E. (2005).

1.1.2 AGREGADOS

Los áridos o agregados conforman las tres cuartas partes del volumen total del hormigón, estos materiales son producto de la trituración natural o artificial de

diversas piedras, que al combinarse con el agua y cemento Portland forman una piedra artificial conocida como mortero o concreto.

Los áridos naturales se clasifican en finos y gruesos. Los áridos finos o arenas pasan por el tamiz # 4. Los áridos gruesos no atraviesan el tamiz # 4 y se conocen como gravas (ripio en nuestro medio). Los áridos gruesos presentan mejores propiedades de adherencia con la pasta de cemento cuando son triturados, lo que les dota de aristas (los áridos con superficie redondeada tienen menor adherencia). Sin embargo, los cantos rodados de río presentan generalmente una mejor adherencia interna, Romo M. (2008).

1.1.3 AGUA

El agua es uno de los componentes que se utiliza en el concreto para generar las reacciones químicas en los cementantes. El agua utilizada para producir hormigón es aquella apta para el consumo humano, sin importar que haya tenido un tratamiento preliminar; por lo tanto el agua que pueda ser bebida y no tenga sabor u olor es apta para la elaboración del hormigón, Romero W., Chuquimarca C., (2011).

1.1.4 FIBRAS DE NEUMÁTICOS RECICLADOS

1.1.4.1 Generalidades

Un neumático permite desplazar un vehículo a través de una superficie, su invención se debe al norteamericano Charles Goodyear quien descubrió el proceso de vulcanización que se le da al caucho para alcanzar la resistencia y solidez necesarias para su fabricación.

El principal componente del neumático es el caucho que corresponde a casi la mitad de su peso. La fabricación de neumáticos concentra un gran porcentaje de la industria del caucho constituyendo el 60% de la producción anual del mismo.

El caucho está definido como una sustancia natural o sintética que tiene como característica: elasticidad, impermeabilidad y resistencia eléctrica, Castro G. (2008).

El caucho natural es una sustancia líquido lechosa con partículas de caucho en suspensión, más conocida como látex y se extrae de diferentes árboles como: el Hevea Brasiliensis originario del Amazonas, del árbol de hule en México, Urceola elástica de Asia, Gutta percha o balata que proviene del árbol de Palaquium butta entre otras plantas que contiene la sustancia como las euphobias, las higueras y el diente de león, Criollo A. (2014).

A continuación se muestra la tabla de los tipos de elastómeros.

Tabla 1. Clasificación de los Elastómeros

Elastómeros	Cauchos Naturales (NR)	TSR CV: Grados de látex de viscosidad constante
		TSR L: Grados de látex de color claro
		TSR 5: Equivalente al grado RSSI
		TSR 10: Grado de coágulo de campo
	Cauchos Sintéticos	Estireno-butadieno (SBR)
		Polibutadieno (BR)
		Isopreno
		Etileno-propileno (EPM-EPDM)
		Isobutileno-isopreno(IIR)
		Policloropreno (neopreno)
		Cauchos fluorados (CFM-FKM)
		Cauchos de silicona (Q)

Fuente: Castro G. (2008)

Los tipos de cauchos que se utilizan en la fabricación de neumáticos son:

- Cauchos naturales (NR)
- Estireno – Butadieno (SBR)
- Polibutadienos (BR)
- Polisoprenos sintéticos (IR)

El Tipo SBR (copolímero estireno-butadieno) es la matriz de caucho más utilizada, la proporción es de aproximadamente un 25% en peso de estireno, o una mezcla de caucho natural y SBR. Los restantes tipos de cauchos mencionados poseen diferentes propiedades, sin embargo tiene en común que requieren de una gran cantidad de tiempo para su degradación, después de pasar por el proceso de vulcanización.

La combinación se realiza de modo que los cauchos naturales proporcionen elasticidad y los cauchos sintéticos, estabilidad térmica. El proceso de vulcanización del caucho permite que pase de ser un material termoplástico a ser uno elastomérico, Castro G. (2008).

1.1.4.2 Composición de los Neumáticos

Los neumáticos están compuestos de diversos materiales dependiendo del uso al cual se destinen y de características especiales como: resistencia a la carga, posibilidad de manejar alta presión, características de adherencia entre otras.

A continuación se presenta la tabla de la composición de un neumático típico:

Tabla 2. Composición típica de un neumático

MATERIAL	COMPOSICIÓN (%)		Función
	Automóviles	Camiones y Microbuses	
Caucho natural	14	27	Estructural-Deformación
Caucho sintético	27	14	Estructural-Deformación
Negro de Humo	28	28	Maneja oxidación
Acero	14	15	Esqueleto Estructural
Fibra textil, suavizantes, óxidos, antioxidantes, etc	17	16	Esqueleto Estructural

Fuente: Castro G. (2008)

Algunos de los aspectos adicionales sobre la composición de los neumáticos son los siguientes, Castro G (2008):

- Contienen cloro en un 1 % de su peso.
- Peligrosos productos clorados como el policlorobifenilos (PCB), se encuentran presentes en la composición de los neumáticos viejos, mezclados con aceites y plastificantes.
- Los componentes de los neumáticos contienen varios metales pesados en diferentes cantidades.

En la siguiente tabla comparativa se muestra las propiedades de resistencia a la tracción y elongación entre el caucho natural vulcanizado y otros elastómeros sintéticos.

Tabla 3. *Tabla comparativa de propiedades tensionales y de elongación entre el caucho vulcanizado y otros elastómeros.*

ELASTÓMERO	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN. PSI	ELONGACIÓN %	DENSIDAD g/cm³
Caucho Natural Vulcanizado	2.5 – 3.5	750 – 850	0.93
SBR	0.2 – 3.5	400 – 600	0.94
Neopreno	3 – 4	800 – 900	1.25
Silicona	0.6 – 1.3	100 – 500	1.1 – 1.6

Fuente: Castro G. (2008)

Se ha mencionado anteriormente que el SBR es el caucho más utilizado en la fabricación de neumáticos, su costo económico es menor que el caucho natural, por lo que ha hecho que este material sea más difundido y utilizado. Este tipo de caucho es previamente tratado, ya que eleva con facilidad su temperatura y absorbe aceites y naftas derramadas rápidamente.

La elasticidad que adquiere este tipo de caucho, superior al del caucho natural, se debe al isómero CIS, que es el producto del entrecruzamiento con el azufre por la presencia de butadieno; mientras que el estireno permite obtener un caucho más duro y tenaz, haciendo que este no se cristalice bajo grandes esfuerzos, Castro G (2008).

1.1.4.3 Caucho Natural

El caucho natural es un hidrocarburo, su estructura está conformada por átomos de carbono e hidrógeno.

- *Comportamiento térmico del caucho natural*

El caucho presenta varias apariencias al aplicar diferentes rangos de temperatura, se detallan algunos casos, Criollo A. (2014):

- El caucho en estado natural tiene un aspecto blanco e incoloro.
- A temperaturas bajas alrededor de $-195\text{ }^{\circ}\text{C}$ el caucho puro llega a ser un sólido duro y transparente.
- A temperaturas de 0 a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ el caucho se transforma en un elemento frágil y opaco. Cuando sobrepasa los $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ su apariencia es blanda, flexible y traslúcida.
- A temperaturas de $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ y con una fuerza mecánica que muele el caucho, la textura cambiara a ser plástico pegajoso. A temperaturas superiores a $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ se llega a descomponer.

- *Microestructura*

El caucho natural posee todo los requisitos estructurales de un elastómero, pues contiene cadenas largas y flexibles, con fuerzas intermoleculares débiles y enlaces intermoleculares ocasionales, estos son necesarios para evitar el deslizamiento de las moléculas, pero sin alterar su facilidad de extenderse y volver nuevamente al desorden Criollo A. (2014).

- *Propiedades Físicas y Químicas*

Tabla 4. *Propiedades físicas y químicas del caucho natural.*

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS	RESULTADOS
Adhesión a metales	Excelente
Adhesión a telas	Excelente
Resistencia al desgarramiento	Muy buena
Resistencia a la Abrasión	Excelente
Deformación por compresión	Buena
Resistencia Dieléctrica	Excelente
Electroaislamiento	Bueno a excelente
Permeabilidad a los gases	Bastante baja
Acido resistencia Diluido	Regular a buena
Acido resistencia Concentrado	Regular a buena
Resistencia Hidrocarburos Alifáticos	Pobre
Resistencia Hidrocarburos Aromáticos	Pobre
Resistencia Solventes Oxigenados (cetonas)	Buena
Resistencia Disolventes de lacas	Pobre

Fuente: Criollo A. (2014).

1.1.4.4 Caucho Sintético

El caucho sintético está formado por reacciones químicas conocidas como condensación o polimerización de hidrocarburos insaturados, estos tienen compuestos básicos llamados monómeros los cuales tienen una masa molecular relativamente baja y forman unas moléculas gigantes llamadas polímeros, Criollo A. (2014).

En la siguiente tabla se resumen las características más importantes de estos materiales:

Tabla 5. Tipos de caucho sintéticos y sus características.

TIPO DE CAUCHO SINTÉTICO	CARACTERÍSTICAS
Estireno – butadieno (SBR)	Copolímero de 75% butadieno y 25 % estireno. Sin vulcanizar es soluble en la mayoría de los solventes hidrocarbonados. Necesita aceleradores poderosos para vulcanizar.
Polibutadieno (BR)	Tienen una flexibilidad muy alta, sobrepasando el hule natural. Buena resistencia a la abrasión, y flexibilidad a baja temperatura.
Isopreno	Con catalizadores el isopreno se acerca a la composición del caucho natural, pero en la práctica varía algo en la longitud y estructura de las moléculas.
Etileno – propileno (EPM – EPDM)	Hidrocarburos, etileno y propileno, el cual etileno 50% al 65% en peso. Los dos tienen una resistencia a la luz solar, al ozono y al envejecimiento.
Isobutileno – isopreno (IIR)	Copolímero en solución isobutileno, con porción de isopreno. El polisobutileno es totalmente saturado y el isopreno proporciona dobles para su vulcanización
Caucho de nitrilo (NBR)	Copolímero de acrilonitrilo y butadieno, el acrilonitrilo varía desde 18 % a 40 %, mayor proporción de acrilonitrilo bajas propiedades físicas y alta resistencia al aceite.
Policloropreno (neopreno)	Líquido parecido al isopreno en estructura química, la diferencia es que tiene un átomo de cloro.
Cauchos fluorados (CFM – FKM)	Fluoro-carbono y fluoro-silicona están entre los elastómeros más caros del mercado.
Cauchos de silicona (Q)	Poseen base de silicio, se distinguen por tener átomos alternados de silicio y oxígeno, tienen estabilidad térmica, aislamiento eléctrico, repele al agua y características antiadhesivas.
Termoplásticos	Se funden al ser calentado y solidifican al ser enfriados, sin dañar sus propiedades. Estas combinaciones de propiedades elastómeras y plásticas, sucede con un tipo especial de copolímero, así las unidades de monómero son enlazadas en el centro de la molécula y en las unidades del otro están semegradas formando bloques en los extremos de la molécula. Denominándose caucho termoplástico.

Fuente: Criollo A. (2014).

1.1.4.5 Vulcanización de los elastómeros

Las aplicaciones mecánicas del caucho natural son muy bajas sin ningún tratamiento. Para obtener cambios a nivel molecular existe un proceso de curado que llega a reticular las moléculas lineales formando una estructura de red tridimensional, de esta manera se obtiene mejores propiedades mecánicas pues de un material blando y débil pasa a ser insoluble a los solventes, alta elasticidad, sin pegajosidad y resistente al deterioro debido al calor, luz y otros factores.

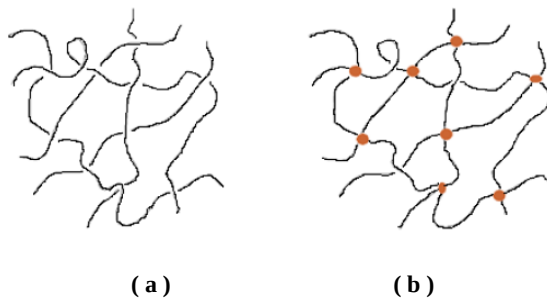


Figura 1. Diseño del caucho natural (a) con cadenas lineales entrelazadas antes del vulcanizado; (b) moléculas lineales con estructura de red tridimensional después del vulcanizado.

Fuente: Criollo A. (2014).

Al momento de modificar la estructura interna mediante el proceso de curado sucede una ligadura entre las cadenas, estas son nombradas como puentes químicos o crosslinks, aumentando así su elasticidad y disminuyendo su plasticidad, por su nueva red tridimensional. Esto ayuda a que aumente la fuerza de recuperación del material después de aplicar una deformación, pues su relación es según la cantidad de puentes en la red por unidad de volumen, esto indica que al aumentar el número de puentes aumenta de forma paralela el número de cadenas de apoyo.

En el proceso de vulcanización se aplican algunas sustancias que mejoran las propiedades del caucho, estas son: reforzantes, plastificantes, agentes de procesado y de vulcanización, acelerantes y antioxidantes. Estos materiales son mezclados en

un molde establecido con presencia de presión – temperatura hasta obtener el vulcanizado del material, Criollo A. (2014).

1.1.4.6 Técnicas para reciclar neumáticos fuera de uso

- *Desvulcanización*

La desvulcanización se utiliza para ocupar los neumáticos fuera de uso en diferentes aplicaciones mediante una tecnología de regeneración. A continuación se muestra en la tabla algunos tipos de vulcanización.

Tabla 6. Tipos de desvulcanización y sus procesos

MÉTODO	PROCESO
Desvulcanización Química	Con agentes químicos se rompe enlaces para eliminar el azufre del enlace químico entrecruzado. Se emplea CO ₂ supercrítico con un reactivo de disulfuro de difenilo. En el campo microbiana utilizan el hongo “Resinicium bicolor”
Desvulcanización Térmica	Empleado para caucho natural, se calienta el polvo del caucho a una elevada temperatura sin agentes químicos. O desvulcanización para microondas provoca rotura del enlace químico entrecruzado, un ajuste fino puede conseguir romper enlaces S-S y C-S pero no C-C.
Desvulcanización Mecánica	Un proceso patentado es emplear aleaciones Fe-Co para reducir mediante catálisis la densidad de entrecruzamiento de cloropreno y EPDM con un porcentaje de desvulcanización de 43 %. Obteniendo malas propiedades.
Desvulcanización químico – mecánica	Aplica cortadura mecánica (molienda) sobre polvo de caucho, así se puede producir radicales en la cadena principal, aquí añaden agentes químicos (dioles, disulfuros) evitando su recombinación, al mismo tiempo los entrecruzamientos se abren y la viscosidad se reduce.
Desvulcanización termo – mecánica	Se emplean extrusoras que calientan el polvo, produciendo una masa viscosa que es mezclada con el compuesto virgen. Así asumen la fracción sólida y disminuyen el número de entrecruzamientos.
Desvulcanización termo – química	No emplea bases o ácidos normalizados, con temperatura de 150 – 190 °C durante un tiempo dado, se extrae la masa ablandada y se lamina en un molino de 2 rollos.

Fuente: Criollo A. (2014).

- *Moliendas*

Se trituran los neumáticos fuera de uso mediante diferentes tipos de moliendas, obteniendo tamaños de partículas diversas. Luego de este proceso el material que es pulverizado se puede reutilizar en diferentes aplicaciones, en algunos casos se puede volver a vulcanizar.

A continuación se muestra el procedimiento de cada una de las moliendas existentes, Criollo A. (2014).

Tabla 7. Tipos de moliendas para obtener partículas de caucho.

TIPO	PROCESO
Molienda mecánica a temperatura ambiente	En molinos de dos rollos tipos “craker” se muele el neumático se separa del metal, de la fibra, luego se reduce a polvo grueso, o polvo ultra fino, se empaqueta y se pesa.
Molienda criogénica	Se enfría a -200 °C con nitrógeno líquido, las piezas congeladas pasan por un molino de impacto, se obtienen elementos finos, luego se seca, se separa la fibra y el metal, se clasifican según los tamaños obtenidos.
Molienda húmeda	El procedimiento consiste en una serie de ruedas de molienda con agua pulverizada inyectada continuamente para asegurar el enfriamiento del polvo. Después de este proceso se separa el agua del polvo y se seca.

Fuente: Criollo A. (2014)

1.1.4.7 Reciclaje de Neumáticos en el Ecuador

Quito y Guayaquil.- Reencauchadora del Pacífico S.A (RENPACIF) es una de las empresas comprometidas en el país para incrementar el porcentaje de neumáticos reencauchados, ya que actualmente es el 20 % de los neumáticos usados generados anualmente Grupo M. (2013).

Islas Galápagos.- Desde la isla se transportan neumáticos fuera de uso hacia el puerto de Guayaquil, para que a su vez empresas guayaquileñas den una nueva utilidad al material reciclado Ministerio del Ambiente (2013).

Ambato.- Algunos artesanos se han dado facilidades para obtener caucho granulado de diferentes espesores a partir de la recolección de neumáticos fuera de uso. El neumático es troceado en forma mecánica y utilizado en varias aplicaciones, por ejemplo en canchas sintéticas, asfalto de carreteras, parques etc. Cabe indicar que la recolección de neumáticos no tiene un proceso o plan de recolección, Criollo A. (2014).

Cuenca.- En esta ciudad se encuentra la empresa Continental Tire Andina S.A, generadora de neumáticos que también se ha comprometido al reciclaje de neumáticos, para utilizarlos en reencauche, creación y donación de parque infantiles en diferentes barrios de Cuenca, en convenios con artesanos que utilizan neumáticos reciclados sin trocearlos, para fabricación de productos como repuestos para vehículos, reparaciones de zapatos, comedores para chanchos y sogas para animales, Criollo A. (2014).

1.2 DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN

Los métodos para diseño de mezclas o llamadas comúnmente dosificación de hormigón tienen como objetivo determinar las proporciones de los materiales componentes de manera que se llegue a mezclas que cumplan con características de consistencia, compacidad, resistencia, durabilidad, etc. Polanco J., Setién J. (2013).

Existen varios métodos de dosificación que el proyectista deberá elegir de acuerdo a las especificaciones que requiera el hormigón. Entre los métodos más empleados se encuentran:

- Dosificación por Densidad Óptima de una Mezcla de Agregados, Garzón M. (2010)
- Dosificación por Metodología del ACI, Comité ACI 211. (1991)

1.2.1 DOSIFICACIÓN POR DENSIDAD ÓPTIMA DE UNA MEZCLA DE AGREGADOS

Este método de dosificación se fundamenta básicamente en relación de densidades para establecer el porcentaje de vacíos en la mezcla y así conocer la cantidad de cemento y agua a utilizar, Ríos D. (2012).

1.2.1.1 Datos de partida:

La determinación de una dosificación para hormigón debe hacerse partiendo de datos iniciales, establecidos en base al tipo de proyecto y las condiciones de ejecución de la obra, Polanco J., Setién J. (2013).

Los datos requeridos son los siguientes, Ríos D. (2012):

- Resistencia requerida
- Elemento estructural: losa, viga, columna, etc.
- Condiciones de exposición ambiental
- Características de los materiales
- Asentamiento

Proceso de cálculo para el diseño de la mezcla, Ríos D. (2012).

- a) Determinación de la cantidad de agregado grueso respecto al número de cilindros a preparar.

Considerar que se usa de 6 a 10 kg por c/cilindro.

- b) Determinación de la cantidad de agregado fino

Calcular con una regla de tres, considerando que el agregado grueso es el 56% de la mezcla y el agregado fino el 44%.

c) Determinación de la densidad en estado saturado superficialmente seco

$$\delta_{SSS\ MEZCLA} = \delta_{SSS\ A.F} * \frac{\%A.F}{100} + \delta_{SSS\ A.G} * \frac{\%A.G}{100}$$

d) Determinación del % de vacíos

$$\% VACÍOS = \left(1 - \frac{\delta_{Aparente\ MEZCLA}}{\delta_{SSS\ MEZCLA}} \right) * 100$$

e) Volumen compactado aparente de la mezcla

$$V.ac = \delta_{SSS\ A.F} * \frac{\% VACÍOS}{100}$$

f) Cálculo del volumen de la pasta

$$V.pasta = V.ac * \frac{M_{MEZCLA}}{\delta_{Aparente\ MEZCLA}} * 100$$

g) Relación agua-cemento

h) Determinación de la densidad de la pasta

$$\delta_{PASTA} = \frac{1 + \frac{a}{c}}{\frac{1}{\delta_{CEMENTO}} + \frac{a}{c}}$$

i) Determinación de la masa de la pasta

$$P_{PASTA} = \delta_{PASTA} * V.ac$$

j) Determinación de la cantidad de agua

$$CANTIDAD\ DE\ AGUA = P_{PASTA} * \left(\frac{\frac{a}{c}}{1 + \frac{a}{c}} \right)$$

k) Determinación de la cantidad de cemento

$$CANTIDAD\ DE\ AGUA = P_{PASTA} * \left(\frac{\frac{a}{c}}{1 + \frac{a}{c}} \right)$$

l) Dosificación inicial al peso

La unidad de dosificación es el cemento

m) Corrección por contenido de humedad

▪ Corrección agregado fino:

$$CORRECCIÓN_{A.F} = \frac{P_{A.F} * (100 + \%Humedad\ A.F)}{100 + \%Absorción\ A.F}$$

▪ Corrección agregado grueso:

$$CORRECCIÓN_{A.G} = \frac{P_{A.G} * (100 + \%Humedad\ A.G)}{100 + \%Absorción\ A.G}$$

▪ Cantidad de agua:

$$A_{A.F} = P_{A.F} - \text{Correc. }_{A.F}$$

$$A_{A.G} = P_{A.G} - \text{Correc. }_{A.G}$$

1.3 PROPIEDADES DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL Y MODIFICADO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO.

El presente apartado se fundamenta en definiciones ya conocidas de las propiedades del hormigón convencional y se realiza una comparación con el comportamiento de un hormigón modificado con granos de caucho obtenidos de Neumáticos Fuera de Uso (NFU), que es tomado como referencia del proyecto experimental realizado por la Universidad de Catalunya, titulado: “Realización de ensayos de laboratorio de hormigón con caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU)”, su objetivo consiste en determinar la influencia de la incorporación de porcentajes de partículas de caucho (5, 10 y 15 % del volumen de los áridos convencionales) empleando dos tamaños de partículas, de 1 a 4 mm codificado como NFU-F y de 10 a 16 mm codificado como NFU-G.

Cabe destacar que el hormigón elaborado en la presente investigación emplea fibrillas de neumáticos reciclados; sin embargo, por no contar con estudios específicos de este tipo de fibra se ha hecho referencia a proyectos experimentales relativamente cercanos.

1.3.1 PRUEBAS DE CONSISTENCIA O TRABAJABILIDAD

Un hormigón fresco se considera trabajable cuando puede adaptarse con facilidad a cualquier forma de encofrado, con un mínimo de trabajo mecánico (vibración) aplicado. La propiedad de trabajabilidad o consistencia se mide mediante el Cono de Abrams, a medida que el asentamiento es mayor el hormigón es más trabajable, Romo M. (2008).

Tabla 8. Calificación de la consistencia del hormigón según el asentamiento.

Menor de 2" (5 cm)	Poco trabajable
3" (7,5 cm) y 5" (12.5 cm)	Medianamente trabajables
Mayor de 6" (15 cm)	Muy Trabajables

Fuente: Romo M. (2008).

Consistencia: Hormigón Convencional vs Hormigón Modificado con granos de caucho de Neumáticos Fuera de Uso (NFU).

El hormigón con granos de caucho de NFU experimenta un asentamiento mayor que el hormigón convencional debido a la baja porosidad del caucho si se compara con la del árido. En la siguiente tabla tomada de un estudio experimental, se puede notar que la trabajabilidad de la mezcla aumenta con la incorporación de granos de caucho de neumáticos reciclados. Por lo tanto no denota problemas en obra la utilización de este tipo de hormigón, en lo que respecta a consistencia de la mezcla, Bizinotto M., Riba F., García V., et al. (2009).

Tabla 9. Resultados de Ensayos de Consistencia de Hormigón con Caucho

TIPO DE HORMIGON	FECHA DEL ENSAYO	ASENTAMIENTO	ASPECTO DEL HORMIGÓN
HS/C	20-III-07	8 cm	
H5%-NFU-F	20-III-07	8 cm	
H10%-NFU-F	27-III-07	12 cm	
H15%-NFU-F	27-III-07	11 cm	
H5%-NFU-G	03-III-07	9 cm	
H10%-NFU-G	03-III-07	10 cm	
H15%-NFU-G	17-IV-07	9 cm	

Fuente: Bizinotto M., Riba F., García V., et al. (2009).

La nomenclatura del hormigón del estudio al que se hace referencia indica lo siguiente:

HS/C:	Hormigón sin caucho
H5%-NFU-F:	Hormigón con el 5% del peso de la arena sustituido por caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU).
H10%-NFU-F:	Hormigón con el 10% del peso de la arena sustituido por caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU).
H15%-NFU-F:	Hormigón con el 15% del peso de la arena sustituido por caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU).
H5%-NFU-G:	Hormigón con el 5% de la grava sustituido por caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU).
H10%-NFU-G:	Hormigón con el 10% de la grava sustituido por caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU).
H15%-NFU-G:	Hormigón con el 15% de la grava sustituido por caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU).

1.3.2 DENSIDAD, ABSORCIÓN Y POROSIDAD

La densidad del hormigón simple endurecido estándar se ubica entre 2200 kg/m³ y 2300 kg/m³. El hormigón simple fresco de las mismas características presenta densidades entre 2250 kg/m³ y 2350 kg/m³ (esta información es útil para el diseño de encofrado).

La porosidad es un parámetro condicionante de primer orden para asegurar la durabilidad del hormigón, y esta relación se refleja en prácticamente todos los reglamentos y códigos, Fernandez L. (2001).

Hormigón Modificado con granos de caucho de Neumáticos Fuera de Uso (NFU).

Particularmente, en hormigones con partículas de caucho de NFU, favorece la aparición de aire en el estado fresco del hormigón, esto debido a la baja adherencia que hay entre el caucho y la pasta de cemento, por esta razón los hormigones elaborados con NFU presentan mayor absorción y porosidad, aumentando estos espacios con el tamaño del caucho.

El incremento de espacios vacíos y la baja densidad del caucho en relación a los áridos convencionales, son factores que influyen en una disminución de la densidad del hormigón, Bizinotto M., Riba F., García V., et al. (2009).

1.3.3 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

La resistencia a la compresión de f'_c se basa en cilindros estándar de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, curados bajo condiciones normales de laboratorio y probados a los 28 días de edad a un tipo de carga específica.

El hormigón se destaca por su elevada resistencia a la compresión, por esta razón, determinar esta propiedad es el principal objetivo de todos los estudios, dado que en la mayor parte de sus aplicaciones se hace uso de esta capacidad de resistencia del hormigón a esfuerzos de compresión.

1.3.3.1 Resistencia a la compresión: Hormigón Convencional vs Hormigón Modificado con granos de caucho de Neumáticos Fuera de Uso (NFU).

Varios estudios realizados de manera experimental han advertido que la incorporación de caucho en el hormigón disminuye su resistencia a compresión. Además de que esta reducción en la resistencia no sucede de manera proporcional.

Aplicando diferentes porcentajes de fibra han determinado que esta reducción de resistencia no es proporcional, de acuerdo a las pruebas realizadas en laboratorio para proyectos experimentales del comportamiento de este innovador tipo de hormigón.

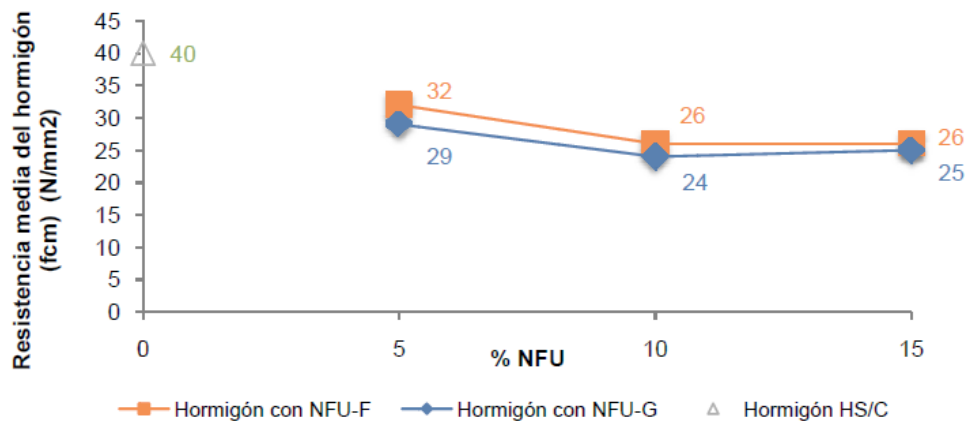


Figura 2. Resultados de ensayos a la compresión en hormigón con 5, 10 y 15% de caucho.

Fuente: Bizinotto M., Riba F., García V., et al. (2009)

Un factor importante que influye en la disminución de resistencia mecánica observada en los hormigones con NFU, puede ser el comportamiento diferente de dos materiales (el caucho y la pasta de cemento), que deben estar adheridos y trabajar solidariamente. El caucho sometido a determinadas cargas tiende a deformarse por sus propiedades elásticas, sin embargo, la pasta que lo envuelve no reacciona del mismo modo. Esto produce unas tensiones internas dentro del hormigón que facilita la aparición de fisuras en el contorno del caucho debilitando al elemento frente a sollicitaciones de compresión , Bizinotto M., Riba F., García V., et al. (2009).

1.3.4 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

La resistencia a la tracción del concreto es relativamente baja, esta resistencia representa hasta un 10% de su capacidad a la compresión. Por esta razón en el hormigón armado el acero absorbe los esfuerzos de tracción.

1.3.4.1 Resistencia a la tracción: hormigón convencional vs hormigón modificado con granos de caucho de Neumáticos Fuera de Uso (NFU).

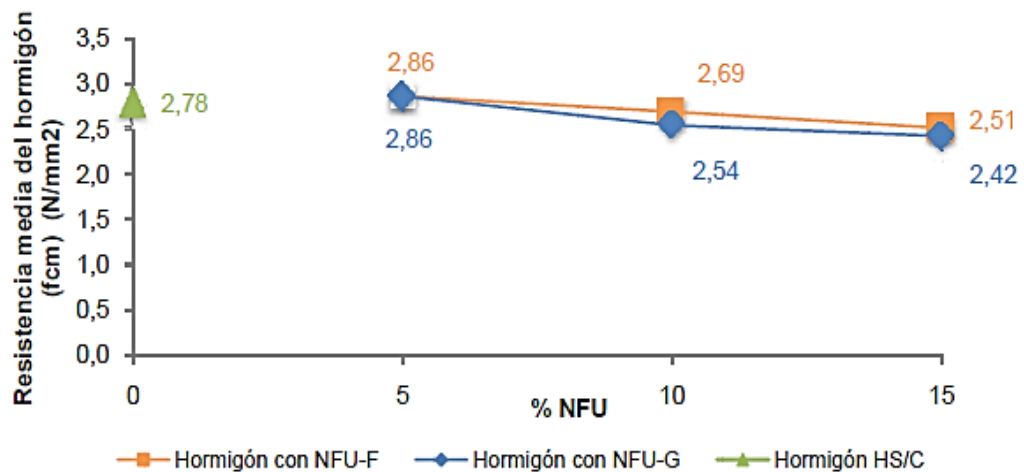


Figura 3. Resultados de ensayos a tracción en hormigón con 5, 10 y 15% de caucho.

Fuente: Bizinotto M., Riba F., García V., et al. (2009)

Si se consideran los valores medios, la introducción de caucho en un 5 % del volumen del árido, ya sea fino o grueso, aumenta la resistencia a tracción del hormigón. Esto puede ser debido a que el caucho es un material mucho más dúctil que el árido, y en pequeñas cantidades, puede mejorar las propiedades elásticas del hormigón sin perjudicar la adherencia entre el NFU y la pasta de cemento, Bizinotto M., Riba F., García V., et al. (2009).

1.4 MICROESTRUCTURA DE UN HORMIGÓN MODIFICADO CON GRANOS DE CAUCHO.

Un hormigón convencional está formado por tres partes: los áridos, la pasta de cemento que une a los áridos y la zona de transmisión formada por la interface entre la pasta y el árido. Un hormigón modificado con caucho presenta una interface pasta-árido heterogénea, ya que está compuesta por áridos convencionales y granos de caucho, Bizinotto M., Riba F., García V., et al. (2009).

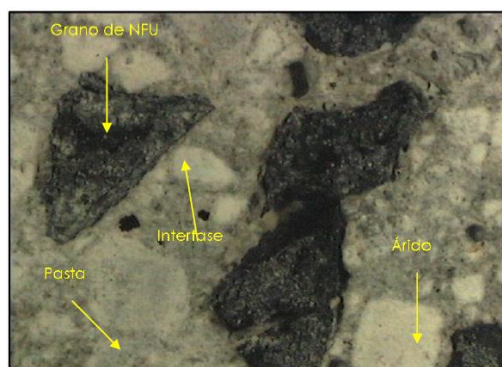
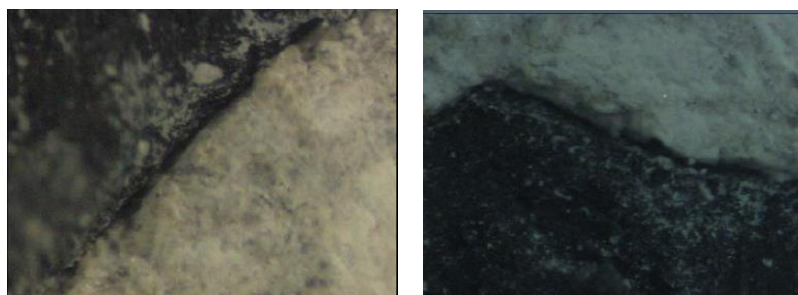


Figura 4. Fases principales que forma el hormigón modificado con NFU
(Aumento x 10)

Fuente: Bizinotto M., Riba F., García V., et al. (2009)

En las siguientes fotografías se observa que la superficie de los granos de NFU no está en contacto con la pasta de cemento, originando una baja adherencia entre estos dos materiales, dando lugar al incremento de porosidades y posiblemente puede ser la causa de la disminución de resistencia a compresión del hormigón, por las discontinuidades que se forman en el interior de la matriz del hormigón, Bizinotto M., Riba F., García V., et al. (2009).



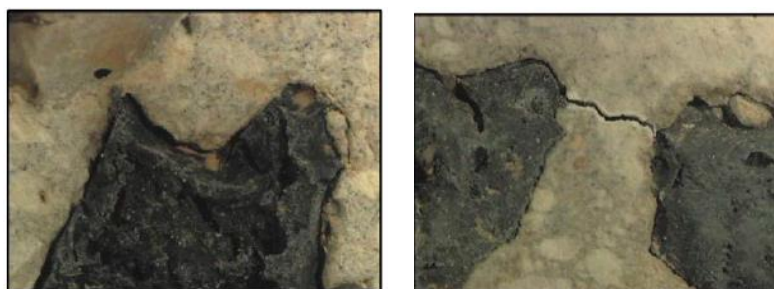
(a) Aumento x 50

(b) Aumento x 40

Figura 5. Interface entre NFU y la pasta de cemento

Fuente: Bizinotto M., Riba F., García V., et al. (2009)

Probetas de hormigón modificado sometidas a una temperatura de 100 °C, presentan fisuras como se observa en la siguiente figura, especialmente probetas que presentan un elevado contenido de caucho. Mientras que el hormigón convencional no presenta fisuras aparentes tras ser sometido a la misma temperatura, Bizinotto M., Riba F., García V., et al. (2009). A continuación se muestran las imágenes.



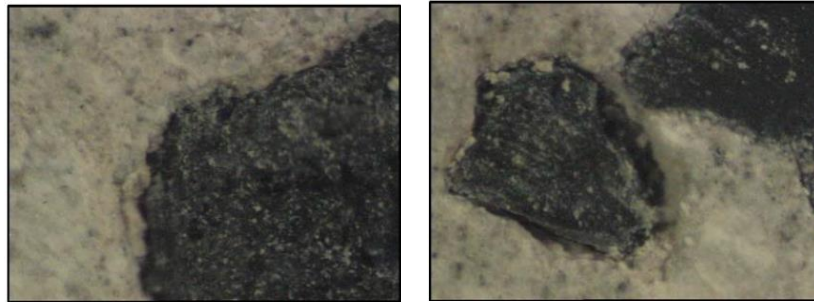
(a) Aumento x 10

(b) Aumento x 10

Figura 6. Aspecto del hormigón con NFU-G sometido a un tratamiento térmico de 100 °C

Fuente: Bizinotto M., Riba F., García V., et al. (2009)

La dilatación del caucho por el aumento de temperatura provoca tensiones internas dentro de la matriz del hormigón, dando lugar a las fisuras en la interface. Cuando el porcentaje de caucho en el hormigón es elevado la pasta de cemento experimenta fuertes tensiones, inclusive hasta romperse por completo entre los granos de caucho, Bizinotto M., Riba F., García V., et al. (2009).



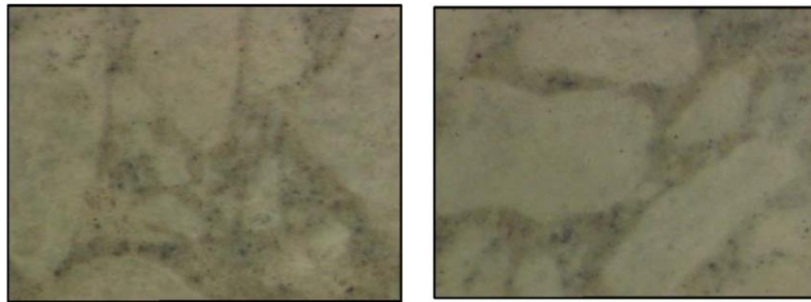
(a) Aumento x 40

(b) Aumento x 40

Figura 7. Aspecto del hormigón con NFU-F sometido a un tratamiento térmico de 100 °C

Fuente: Bizinotto M., Riba F., García V., et al. (2009)

En la fotografía, se observa que en hormigones con granos de caucho de menor volumen no aparecen fisuras aparentemente, por lo tanto existe una menor concentración de esfuerzos en la pasta de cemento que en hormigones con granos gruesos de caucho.



Aumento x 25

Aumento x 40

Figura 8. Aspecto del hormigón convencional sometido a un tratamiento térmico de 100 °C

Fuente: Bizinotto M., Riba F., García V., et al. (2009)

En el hormigón convencional se observa una completa continuidad entre el agregado y la pasta de cemento, por lo tanto elevadas temperaturas no afectan a la microestructura de un hormigón convencional, Bizinotto M., Riba F., García V., et al. (2009).

1.5 REFERENCIAS DE ESTUDIOS EXPERIMENTALES SOBRES LAS PROPIEDADES DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON CAUCHO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS.

- En el Congreso Nacional de Firms organizado por la Asociación Española de la Carretera del 24 al 27 de Mayo del 2004, se presentó el artículo: “Hormigón con fibras de caucho de recuperación de neumáticos usados y de polipropileno diseño del firme de hormigón de caucho”, que consiste en estudios experimentales con hormigones reforzados con fibras de caucho de tamaño variable y superficie rugosa, procedentes del reencauchado de neumáticos, en donde se ha destacado lo siguiente: “Las cantidades de caucho pueden variar hasta lo que se desee, entre unos límites razonables que en este trabajo previo se han establecido entre 3.5 % y 5% en volumen, pero que en otras exploraciones se alcanzan valores del 8%”, en este trabajo indican que realizaron mezclas con porcentaje de fibra hasta de un 13 % en volumen, por eficiencia de trabajabilidad, puesta en obra y propiedades mecánicas. Finalmente recomiendan la aplicación de 3.5% y 5 % de caucho triturado en hormigón.
- En el siguiente proyecto se presentan datos de las propiedades mecánicas de hormigón con fibras de caucho, para lo cual desarrollan cuatro mezclas: la primera sin adición de caucho, la segunda reemplazando el 10% del agregado fino por la misma cantidad en volumen de caucho, la tercera y cuarta mezcla con porcentajes de 20% y 30%. Los resultados son los siguientes: la densidad del concreto se ve disminuida con la sustitución del caucho en 1.7, 2.7 y 6 %, para el 10 %, 20 % y 30 %, por lo tanto concluyen que este hormigón no puede ser utilizado como un hormigón liviano, la resistencia a la compresión se ve disminuida frente a muestras de hormigón sin sustitución de caucho a medida que los porcentajes de caucho se elevan, sin embargo con 10% y 20% de adición de caucho los resultados fueron similares a largo plazo, el módulo de elasticidad se ve afectado por adiciones

de 30 % de caucho permitiendo mayores deformación, con porcentajes menores de caucho el modulo se ve levemente reducido, la absorción superficial aumenta en un 69% comparando mezclas de 0 y 30%, la resistencia a flexión a 28 días presenta reducción en sus valores con el aumento de porcentaje de adición de granos de caucho. La investigación concluye que para evitar reducciones considerables en las propiedades mecánicas del concreto, la adición de caucho debe limitarse a porcentajes menores del 10%.

1.6 ENSAYOS DE LABORATORIO

1.6.1 ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Este es el ensayo más importante a realizar con una piedra artificial, como el hormigón, ladrillos, bloques etc, por ser a este esfuerzo como generalmente se les hace trabajar.

1.6.2 ENSAYOS DE RESISTENCIA A FLEXIÓN EN TRES O CUATRO PUNTOS.

Los ensayos a flexión se realizan frecuentemente en una probeta en forma de barra con sección rectangular o circular, la flexión es aplicada en tres o cuatro puntos de aplicación de la carga. En el punto de aplicación de la carga o las cargas, la superficie superior de la probeta está sometida a compresión, mientras la superficie inferior está sometida a tracción.

Las suposiciones básicas de la teoría a flexión son las siguientes:

- 1) Los planos perpendiculares al eje longitudinal permanecen perpendiculares y planos cuando la viga se somete a flexión

- 2) El material de la viga se comporta linealmente, de acuerdo a la Ley de Hooke los esfuerzos son directamente proporcionales a las deformaciones unitarias.

La resistencia de las piedras naturales a la flexión es aproximadamente 1/10 de la resistencia a la compresión.

1.6.3 ENSAYOS DE ADHERENCIA

La adherencia permite que se transmitan los esfuerzos de tracción del hormigón al acero. Los mecanismos resistentes que se movilizan en la adherencia son tres: la adhesión química, el rozamiento y la interacción mecánica entre el acero y el hormigón.

La adherencia hormigón - acero es el fenómeno básico que hace posible el funcionamiento del hormigón armado como material estructural. Las estructuras son calculadas suponiendo la misma deformación para hormigón y acero, asumiendo de esta manera que la adherencia es perfecta.

Los ensayos normalizados que se emplean para caracterizar el fenómeno de la adherencia son: ensayo de adherencia tipo pull – out y ensayo de adherencia tipo beam test, Molina M., Gutiérrez J. (2005).

- a) Ensayo de adherencia tipo pull – out

El ensayo consiste en la extracción de una barra de acero embebida en hormigón que mide la fuerza necesaria aplicada para romper la adherencia.

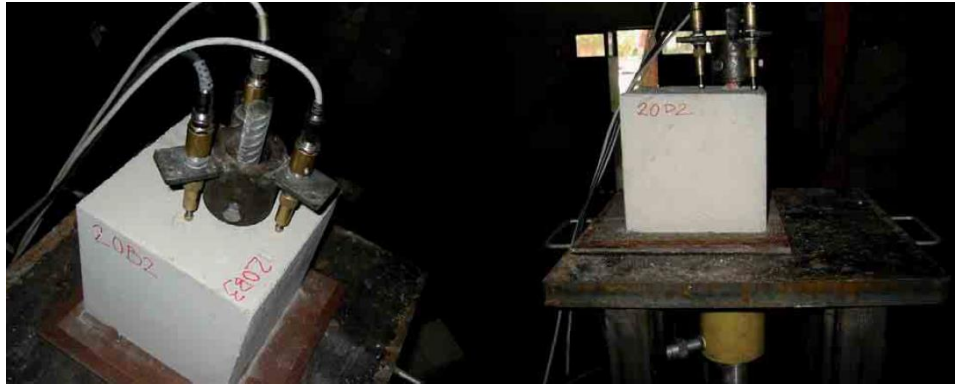


Figura 9. Ensayo de adherencia pull-out.

Fuente: Molina M., Gutiérrez J. (2005)

b) Ensayo de adherencia tipo beam test

Este ensayo se lleva a cabo en dos series de acuerdo a las especificaciones del “Ensayo de la viga” de acuerdo a la norma española UNE 36740 - AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación) 1998, una con barras de diámetro 16 mm y otra con barras de diámetro 25 mm. De los resultados del ensayo se obtiene la relación tensión de adherencia local – deslizamiento, la tensión media de adherencia y la tensión de rotura en barras corrugadas

CAPITULO II

II. METODOLOGÍA

2.1 TIPO DE ESTUDIO

Se enfocó directamente a una investigación de comportamiento experimental en laboratorio, ya que la investigación se basó en la manipulación de una variable experimental no comprobada, para comprender el comportamiento a flexión en vigas constituidas con hormigón convencional de resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, modificado con fibrillas recicladas de neumático con condiciones creadas en laboratorio y sometidos a un control.

El estudio se realizó en el Laboratorio de Control de Calidad de los Materiales de la Universidad Nacional de Chimborazo, donde se procesó los datos en Excel obtenidos mediante ensayos en cilindros de hormigón convencional y modificado de 150x150x300 mm, y todas las posibilidades de resistencia para deducir finalmente a una dosificación que cumplió con la resistencia requerida en el hormigón modificado.

2.2 POBLACIÓN MUESTRA

2.2.1 POBLACIÓN

Se presentó como universo un lugar específico donde se realizó la producción de 163 elementos en total. Se realizaron 163 ensayos de resistencia de hormigón, 70 elementos de hormigón convencional y 93 elementos de hormigón modificado (*Tablas 10, 11, 12 y 13*) por cada tipo de hormigón con su respectiva tabulación de resultados.

Tabla 10. Producción de elementos de hormigón

PRODUCCIÓN DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN $f'_c=210\text{kg/cm}^2$		
HORMIGÓN CONVENCIONAL	HORMIGÓN MODIFICADO	TOTAL ELEMENTOS PRODUCIDOS
70,00	93,00	163,00

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

Tabla 11. Número de ensayos a compresión

N° ENSAYOS A COMPRESIÓN 28 DÍAS HC y HM	N° ENSAYOS A COMPRESIÓN 7 DÍAS HC y HM	TOTAL ENSAYOS A COMPRESIÓN	NORMA QUE SE UTILIZÓ PARA REALIZAR EL ENSAYO
71,00	8,00	79,00	NTE INEN 1573:2010

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

Tabla 12. Número de ensayos a flexión

N° ENSAYOS A FLEXIÓN 28 DÍAS HC y HM	N° ENSAYOS A FLEXIÓN 7 DÍAS HC y HM	TOTAL ENSAYOS A FLEXIÓN	NORMA QUE SE UTILIZÓ PARA REALIZAR EL ENSAYO
44,00	10,00	54,00	NTE INEN 2554:2011

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

Tabla 13. Número de ensayos de adherencia

N° ENSAYOS DE ADHERENCIA 28 DÍAS HC y HM	N° ENSAYOS DE ADHERENCIA 7 DÍAS HC y HM	TOTAL ENSAYOS DE ADHERENCIA	NORMA QUE SE UTILIZÓ PARA REALIZAR EL ENSAYO
30,00	0,00	30,00	ANEXO 1

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

El procedimiento de muestra se realizó a partir de la necesidad de ensayar cilindros, vigas y probetas prismáticas, donde al hormigón convencional se le añadió un

porcentaje de fibras que va desde el 2%, 3%, 4%, 5%, y 6% respectivamente, para obtener el promedio de los ensayos a los 7 y 28 días.

2.2.2 MUESTRA

Las fibrillas recicladas de neumáticos fueron adquiridas en la empresa FACERQUIM (fibra N° 4, va de 20 a 30 mm de longitud y de 1 a 3 mm de diámetro) ubicada en la ciudad de Ambato, los agregados pétreos fueron de la cantera CERRO NEGRO (agregado grueso ripio triturado y agregado fino polvo de piedra) de la ciudad de Riobamba, se trabajó con cemento CHIMBORAZO (cemento portland puzolánico tipo IP) y agua de la red pública de la ciudad de Riobamba.

2.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

2.3.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

2.3.1.1 Variable independiente

Propiedades de los materiales pétreos, porcentaje óptimo de fibrillas recicladas de neumático, número de probetas.

2.3.1.2 Variable dependiente

Comportamiento a flexión del hormigón modificado.

2.3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Tanto la variable independiente como la dependiente, fueron operadas siguiendo el orden establecido en la **Tabla 14**.

Tabla 14. Operacionalización de variables

VARIABLE	CONCEPTUALIZACIÓN	INICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO
<i>Propiedades de los materiales pétreos</i>	<i>Información de trabajos realizados en la UNACH para determinar el tipo de material pétreo con propiedades favorables para el diseño de hormigón</i>	<i>Trabajos de investigación de la Universidad Nacional de Chimborazo</i>	<i>Ensayos de los materiales en el laboratorio de suelos y pavimentos de la UNACH</i>	<i>Informes de tesis de la Universidad Nacional de Chimborazo</i>
<i>Porcentaje óptimo de fibrilla de neumático</i>	<i>Obtener el porcentaje óptimo de fibra que se coloca en el hormigón modificado</i>	<i>Probetas para hormigón de 150X150X300 y viguetas de 150X150X600</i>	<i>Ensayo de resistencia vs tiempo</i>	<i>Máquina de ensayo de compresión ASTM C 30</i>
<i>Número de probetas</i>	<i>Establecer el número de probetas necesarias para el cumplimiento del objetivo</i>	<i>Información bibliográfica. Asesoría del tutor de tesis.</i>	<i>Cantidad de moldes cilíndricos y rectangulares de acero disponibles en el laboratorio de suelos y pavimentos de la UNACH</i>	<i>Curvas, figuras y tablas</i>
<i>Comportamiento a flexión del hormigón modificado.</i>	<i>Determinación de esfuerzos a flexión mediante ensayos de laboratorio</i>	<i>Resultados obtenidos del procesamiento de datos.</i>	<i>Análisis a flexión en vigas simplemente apoyada</i>	<i>Bibliografía técnica. Normativas</i>

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

2.4 PROCEDIMIENTOS

Teniendo en cuenta que la tesis se realizó en el Laboratorio de Control y Calidad de los Materiales de la Escuela de Ingeniería Civil en la Universidad Nacional de Chimborazo, la técnica que se utilizó es la observación y experimentación de especímenes de hormigón (cilindros, vigas, cubos) mediante el cual se recopilaban todos los datos de resultados del estudio de los materiales y diseños de hormigón.

Se inició con la recopilación de varios datos existentes de propiedades mecánicas de los agregados de la mina cerro negro, para una dosificación de resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. A los cuales se le hizo corrección de varias propiedades como:

- Muestreo de áridos según la NTE INEN 695
- Masa unitaria compactada del árido fino y grueso según la NTE INEN 858
- Peso específico y capacidad de absorción del árido fino según la NTE INEN 856
- Peso específico y capacidad de absorción del árido grueso según la NTE INEN 857
- Contenido de humedad del árido fino y grueso según la NTE INEN 862
- Considerándose que el contenido de humedad del árido fino y grueso se realizaba antes de la elaboración de probetas.

Después se procedió a realizar la dosificación convencional de resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, se partió de esta dosificación para realizar los cilindros de hormigón modificado y convencional de $150 \times 150 \times 300 \text{ mm}$ según la NTE INEN 1576, y para la realización de vigas con hormigón modificado y convencional de $150 \times 150 \times 600 \text{ mm}$.

Para conocer el asentamiento con el que se trabajó utilizamos la NTE INEN 1578 se ensayaron los cilindros de hormigón modificado y convencional para conocer la

relación de resistencia existente con los porcentajes establecidos de 2%, 3%, 4%, 5%, y 6%, individualmente según la NTE INEN 1573.

También se ensayaron las vigas de hormigón convencional y modificado para conocer la resistencia a la flexión del hormigón utilizando una viga simple con carga en los tercios de la luz (MR), según la NTE INEN 2554 y la norma ASTM C 78-84

De estos ensayos se seleccionó el porcentaje de fibra optimo y se realizaron ensayos de compresión en cilindros a los 28 días para tener un registro de su máxima resistencia, de la misma manera con las vigas para conocer su módulo de rotura se ensayaron a los 28 días, se procedió al cálculo de la adherencia mediante ensayos en el laboratorio con un prototipo para medir la adherencia, propuesta por los autores de tesis.

2.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

La dosificación con la que se trabajó en toda la tesis es mediante el Método de Densidad Optima; para la aplicación de esta metodología se requirió conocer las siguientes condiciones o parámetros:

- a.) Resistencia a la compresión a los 28 días
- b.) Descripción del elemento estructural correspondiente
- c.) Condiciones de exposición ambiental
- d.) Tipo de cemento a emplearse
- e.) Tipo de asentamiento de la dosificación(0-20cm)

2.5.1 PROCESO

1.- Cantidad de agregado grueso:

No. Cilindros	6	Unidad
Peso Cilindro	8	Kg

$$C.A:G = \# \text{ cilindros} * 8 \text{ kg}$$

$$C.A:G = 48 \text{ kg}$$

2.- Cantidad de agregado fino.

A. Grueso	56	%
A. Fino	44	%

$$C.A.F. = \frac{48 \text{ kg} * 44\%}{56\%}$$

3.- Densidad en estado saturado superficialmente seco.

$$\delta_{sss \text{ mezcla}} = \frac{(\delta_{sss Af} * \% Af) + (\delta_{sss AG} * \% AG)}{100}$$

4.- Porcentajes de vacíos.

$$\% \text{ Vacíos} = \left[1 - \frac{\delta_{aparente \text{ mezcla}}}{\delta_{sss \text{ mezcla}}} \right] * 100$$

Nota: El mínimo de vacíos es 25 % ya que valores menores a este % provocara falta de adherencia pasta agregados por lo cual asumimos el valor mínimo.

5.- Volumen aparente compactado de la mezcla.

$$V. apr. mezcla = \frac{\text{masa de la mezcla}}{\delta_{comp.mezcla}}$$

6.- Volumen de la pasta.

$$V.pasta = V. apr. comp. mezcla * \frac{\%vacios}{100}$$

7.- Relación agua / cemento.

f'c	a/c	
	aire incluido	sin aire incluido
30	0.43	0.5
26	0.48	0.55
22	0.53	0.6
18	0.6	0.65
16	0.62	0.7

a/c	0.6

8.- Densidad de la pasta.

$$\delta_{pasta} = \frac{1 + \frac{a}{c}}{\frac{1}{\delta_{cemento}} + \frac{a}{c}}$$

9.- Masa de la pasta.

$$m_{pasta} = \delta_{pasta} * V_{pasta}$$

10.- Cantidad de agua.

$$C.A. = \frac{P_{past} * prop. agua}{1 + \frac{a}{c}}$$

11.- Cantidad de cemento.

$$C.c. = \frac{P_{past} * prop. cemento}{1 + \frac{a}{c}}$$

12.- Dosificación inicial

AGUA	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	UNIDAD
x	X	X	x	x

13. Correcciones por contenido de Humedad

$$Crreg.fino = \frac{P_{AF}(100 + \%H_{AF})}{100 + \% Abs_{AF}}$$

$$Crreg.grueso = \frac{P_{AG}(100 + \%H_{AG})}{100 + \% Abs_{AG}}$$

Se realizó el ensayo de humedad de los agregados fino y grueso antes de cada dosificación de probetas (cilindros y vigas), para proceder a la realización de la corrección por el contenido de humedad. AguaAgre.Fino = $P_{AF} - Corr_{AF}$

2.5.2 HORMIGÓN DE PRUEBA PARA LA RESISTENCIA REQUERIDA

2.5.2.1 Estudio de la resistencia requerida

La resistencia que se debía alcanzar en el presente proyecto de investigación es de $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ como mínimo a los 28 días en compresión para el hormigón convencional.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-11) en su Capítulo IV de Estructuras de hormigón Armado en la sección 4.11.2.1 ESPECIFICACIÓN DE RESISTENCIA en la tabla 15 nos indica los siguientes requisitos de resistencia:

Tabla 15. Requisitos de resistencia a la compresión cuando no se dispone de datos estadísticos.

Resistencia especificada f'_c (MPa)	Resistencia media requerida f'_{cr} (MPa)
Menos de 21	$f'_c + 7.0$
21 a 35	$f'_c + 8.5$
Más de 35	$1.10 f'_c + 5.0$

Fuente: NEC. (2011)

A este factor se le designa como Resistencia Promedio Requerido (f'_{cr}), que es un factor de seguridad que indica la resistencia mínima que la mezcla debe tener para garantizar así su resistencia a la compresión, pero en nuestro caso por ser un hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumáticos, que está en estudio su comportamiento experimental, se tomó como base su resistencia especificada anteriormente con el hormigón convencional de $f'_c=210\text{kg/cm}^2$.

2.5.3 DISEÑO DE LA PRIMERA DOSIFICACIÓN DE PRUEBA PARA LA RESISTENCIA ESPECIFICADA

La primera dosificación que se obtuvo se realizó con los datos obtenidos en estudios previos, con la respectiva corrección de las propiedades de los agregados (ver ANEXO C).

Tabla 16. Primera Dosificación para un Hormigón de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

DATOS GENERALES		DATOS DE LABORATORIO						
f'c: 210kg/cm²			MATERIAL	δ sss (g/cm³)	δ comp (g/cm³)	% Absorción	% Humedad	δ suelta (g/cm³)
ELEMENTO: CILINDROS-TESIS		AG. GRUESO	TRITURADO	2,61	1,56	2,08	2,39	1,60
CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL: NORMAL.		AG. FINO	POLVO DE PIEDRA	2,36	1,85	6,38	0,37	1,66
CEMENTO: CHIMBORAZO		MEZCLA AGRE.	AG. GRUESO	AG. FINO				
			0,56	0,44				
ASENTAMIENTO:	9,00 cm	δ cemento	2,98 (g/cm³)	δ óptimo de agregados.		1,93 (g/cm³)		

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

Donde:

δ_{sss} : densidad saturada superficialmente seca

δ_{comp} : densidad compactada (M.U.C)

δ_{suelta} : densidad suelta (M.U.S)

La primera dosificación se realizó para un número de 6 cilindros de 15 x 30 cm, para un peso de 8 kg por cada cilindro.

2.5.3.1 Dosificación inicial:

AGUA	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	UNIDAD
7,12	11,87	37,71	48,00	(kg)

2.5.3.2 Dosificación final por corrección de humedad:

AGUA	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	UNIDAD
9,11	11,87	35,58	48,14	(kg)
0,77	1	3,00	4,06	u _{cimento}

2.5.3.3 Corrección por asentamiento:

AGUA (kg)	CEMENTO (kg)	ASENTAMIENTO (cm)	FOTOGRAFÍA
INICIAL	INICIAL	0,50	
1	1,67	1,60	
2	3,33	2,50	
4	6.67	9,00	

2.5.3.4 Proceso de preparación del concreto a mano

- **Pesos de los Agregados:**

- a) Se empezó la jornada con la recolección de datos de humedad para realizar la corrección por humedad 24 horas antes.
- b) Se transportó los agregados (ripió y polvo de piedra) mediante carretilla para, después se colocó en bandejas y pesar las cantidades de dosificación establecidas correspondientemente.
- c) La cantidad de cemento para esta dosificación fue pesada en la balanza con precisión de 0,01 gramos mediante bandejas y cargadas manualmente la cantidad de 11,87 kg.
- d) El peso del agua para esta dosificación se realizó de la misma manera mediante bandejas, y su cantidad dependerá del contenido de humedad que tienen los agregados (ripió triturado y polvo de piedra) la balanza pesa el contenido con precisión de 0,01 gramos para esta dosificación la cantidad de 9,11 kg.
- e) La cantidad de agregados para esta dosificación es de 35,58 kg de polvo de piedra y 48,14 kg de ripio triturado, fue pesada en la balanza con precisión de 0,05 kg.

- **Mezcla del hormigón convencional**

- f) La mezcla se realizó manualmente entonces, se debe primero mezclar el agregado fino con el cemento después con el agregado grueso y finalmente el agua, amasamos el hormigón.



Figura 10. Mezcla del hormigón.

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.
José Bladimir Villalba Rea.

▪ **Elaboración y curado de los especímenes de hormigón de prueba**

- g) Se colocó el molde sobre un área completamente, plana, rígida, libre de contaminación y sacudidas. En un lugar tan cercano cómo fue posible al sitio donde van a ser curados.
- h) Se recogió una cantidad considerable del espécimen de hormigón.
- i) Se emplazó el hormigón en lo profundo del molde, repartido uniformemente en toda la superficie, para obtener una distribución correcta del hormigón para que la segregación fuera mínima mientras se vertía el hormigón.
- j) Se derramó en el molde tres capas de igual espesor. En la tercera capa se colocó la cantidad de hormigón idóneo para que el molde quede lleno después de la compactación y el varillado.
- k) Se amoldó el faltante o sobrante de hormigón con una ración de mezcla y finalizamos con el número de golpes faltantes.
- l) Se compactó con 25 golpes repartidos uniformemente en cada capa con la varilla de compactación utilizando la punta semiesférica.
- m) Se compactó la primera capa penetrando la varilla en toda su profundidad, pero evitando dañar el fondo del molde, de la misma manera la segunda y tercera capa, permitir que la varilla penetre en toda la capa que está siendo compactada e ingrese a la capa anterior aproximadamente 25mm (1plg).

- n) Se golpeó de 10 a 15 veces con el martillo de goma cada capa, para disminuir la cantidad de burbujas de aire que pueden quedar entre los agregados durante la colocación del hormigón en los moldes. En caso de ser moldes de un solo uso se utilizó la mano abierta para golpear, ya que estos moldes son susceptibles a roturas por golpes con el mazo de goma.
- o) Se enrazó el exceso de hormigón con la varilla de compactación y realizar el acabado del cilindro con la mínima manipulación necesaria hasta obtener una superficie uniforme, nivelar con el borde superior del molde y que no tenga hundimientos o sobresalientes mayores a 3,3mm
- p) Se registró los especímenes con la información adecuada, sin modificar los moldes y utilizando una técnica que no modifico el acabado de la probeta final.
- q) El curado inicial se lo realizó dentro de las 48 horas, la temperatura debe estar entre 20° C y 26°C, almacenar en un lugar donde garantice que los cilindros no se va a estropear su superficie ni desnivelar, utilizando tanques de almacenamiento o cámaras de curado.
- r) Se desencofró cuidadosamente las probetas cilíndricas evitando que se despostillen sus aristas y se mantenga la integridad ilesa de la probeta.
- s) El curado final, se realizó después de 30 minutos de remover del molde las probetas, se curó a una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, y todo el tiempo tiene que estar su superficie con agua libre.
- t) Se transportó los cilindros al laboratorio para el ensayo respectivo, se protegió los especímenes del despostillamiento dentro de los 7 días y de algún tipo de golpes.

▪ **Mezcla del hormigón con fibrillas recicladas de neumáticos.**

Se realizó cilindros con hormigón modificado para experimentar la mejor metodología para la colocación de las fibrillas recicladas de neumático, para lo cual se consideró adicionar el 4% de la cantidad de agregado fino para obtener una muestra representativa.

Se llegó a la solución para este y los cilindros futuros que la mejor manera de adicionar las fibrillas recicladas de neumático es después de haber colocado $\frac{1}{2}$ parte de agua, agregado grueso, agregado fino, cemento, en este momento se coloca con el puño de la mano de manera disuelta y progresiva el total de la fibra y $\frac{1}{2}$ parte de agua restante.



Figura 11. *Adición de fibrillas recicladas de neumáticos*

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.

José Bladimir Villalba Rea.

- **Control del asentamiento en el hormigón fresco (NTE INEN 1578-ASTM C 143)**
 - a) Se realizó esta prueba para conocer la fluidez o rigidez del hormigón, al existir cambios en el asentamiento es debido a la cantidad de agua cemento que se encuentra en la mezcla.



Figura 12. Cono de Abrams

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.

José Bladimir Villalba Rea.

- *Subproceso del asentamiento o revenimiento del hormigón:*
- b) La superficie sobre la que se colocó el cono de Abrams no fue absorbente, humedecer el molde, varilla de compactación y su superficie.
- c) Se sostuvo fuertemente con los pies los estribos del cono de Abrams, sobre la base colocada para evitar algún movimiento durante el vertido del hormigón.



Figura 13. Cono de Abrams (asentamiento del hormigón estado fresco)

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.

José Bladimir Villalba Rea.

- d) El vertido del hormigón fresco se lo realizó en tres capas de igual volumen, la primera capa a una altura de 70 mm. La segunda capa a 160 mm y la tercera capa hasta que reboce el borde superior del molde.



Figura 14. *Compactado con varilla de apisonado (asentamiento del hormigón estado fresco)*

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.

José Bladimir Villalba Rea.

- e) Se distribuyó en cada capa 25 penetraciones de la varilla, distribuida por toda la superficie, sin afectar la compactación de la capa anterior.
- f) Se colocó un excedente de hormigón al momento de compactar y varillar la última capa, cuando el concreto sea insuficiente se deberá detener el varillado y volver a colocar una porción suficiente para mantener un exceso de concreto sobre el molde siempre.



Figura 15. *Enrasado con varilla de apisonado (asentamiento del hormigón estado fresco)*

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.

José Bladimir Villalba Rea.

- g) Se enrasó la parte superior del cono de Abrams con la varilla de compactación.



Figura 16. Retiro del exceso de hormigón (asentamiento del hormigón estado fresco)

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.

José Bladimir Villalba Rea.

- h) Se retiró el exceso de hormigón que se encuentra alrededor del molde sin mover de su lugar, para evitar alguna interferencia en la toma de datos del asentamiento.



Figura 17. Retiro del molde (asentamiento del hormigón estado fresco)

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.

José Bladimir Villalba Rea.

- i) Se retiró el molde por encima de las 12 pulgadas (300 mm) con un solo movimiento en un tiempo entre 2 ± 5 segundos.
- j) La precisión del asentamiento o revenimiento fue de $\frac{1}{4}$ de pulgada (5 mm.), medido desde el medio del hormigón desplazado hasta la parte superior del cono de Abrams.



Figura 18. Control del revenimiento (asentamiento del hormigón estado fresco)

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.

José Bladimir Villalba Rea.

- k) Sea el caso que al levantar el cono de Abrams se diera una falla por corte, se debe desechar el ensayo, y volver a realizar nuevamente, si la falla por corte se repite, puede ser que el hormigón sea adherente o no tenga maleabilidad.
- l) Se realizara el ensayo de asentamiento desde su inicio.

▪ **Resistencia a la compresión.**

Para conocer el incremento de resistencia y verificar si la dosificación de la mezcla estuvo bien realizada, se ensayaron cilindros a compresión a los 7 días al hormigón convencional.

La tabla (17) con los porcentajes de resistencia a los diferentes días del hormigón, para examinar la resistencia a compresión a los 28 días.

Para hormigones comunes, es decir, en nuestro caso que se realizaron cemento de uso general, alcanza una resistencia a los 7 días del 70% de la resistencia de diseño. Cuando se realizó este tipo de hormigón se consideró los porcentajes que se muestran a continuación:

Tabla 17. Porcentajes de Resistencia

DÍAS	PORCENTAJE DE RESISTENCIA (% f'c)	
	Min	Máx
7	65	75
14	80	90
21	88	98
28	95	105

Fuente: <http://www.ingenierocivilinfo.com/2011/04/edad-del-hormidgon-en-la-prueba.html>

Se debe tener en cuenta que tipo de cemento se está utilizando, ya que depende del tipo de cemento el comportamiento a compresión de cilindros.

La cantidad de cilindros realizados en la primera dosificación de hormigón convencional a prueba para obtener la resistencia requerida fueron de tres los cuales se ensayaron dos a los 7 días y 1 a los 28 días.

Se realizó tres probetas con hormigón modificado que se ensayaron a los 28 días.

▪ **Ensayo de las probetas a compresión.**

Se realizó la rotura por compresión en cilindros de hormigón a las edades especificadas

- Se procedió a retirar las probetas de la piscina de curado y llevadas al laboratorio e identificación.
- Se anotó el promedio de dos diámetros y tres alturas respectivamente.
- Se pesó las probetas para más adelante obtener la densidad del hormigón.
- Se cumplió con los rangos de tiempo para la rotura de cilindros presentada a continuación:

Tabla 18. Tolerancias para rotura de cilindros a compresión.

Variación en el diámetro del cilindro		2%
Verticalidad del eje		0,5°
Tiempo de rotura		
Edad		tolerancia
24 horas		± 0,5 Horas
3 días		2 horas
7 días		6 horas
28 días		20 horas
90 días		2 días
Velocidad de aplicación de carga		
Diámetro (mm)	MPa/s	kN/s
150	0,20 a 0,30	3,53 a 5,30
100		1,57 a 2,36

Fuente: INECYC.(2009)

- e) Se colocaron las almohadillas no adherentes de neopreno para proceder a la aplicación de carga en kilo-newton.
- f) Se analizó el tipo de falla producido.



Figura 19. Falla del cilindro tipo III

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.

José Bladimir Villalba Rea.

- g) Se calculó de la densidad aparente del hormigón.

Se calculó con las dimensiones de la probeta cilíndrica.

- Cálculo del volumen:

$$V = \text{Área} * \text{Altura}$$

- Cálculo de la densidad aparente:

$$\delta = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$$

2.5.4 DISEÑO DE LA SEGUNDA DOSIFICACIÓN DE PRUEBA PARA LA RESISTENCIA ESPECIFICADA

Para esta dosificación se realizó nuevamente el ensayo de porcentaje de humedad y la corrección del ensayo de densidad saturada superficialmente seca del agregado fino (polvo de piedra).

En esta ocasión se realizaron tres dosificaciones diferentes para incrementar las opciones de selección de la dosificación definitiva de la resistencia requerida.

En la segunda dosificación se realizó la corrección por pasta (cemento-agua); incrementando de 16,62 kilogramos a 30,00 kilogramos, cabe aclarar que no se realizaron correcciones por asentamiento.

Tabla 19. Segunda Dosificación para un Hormigón de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

DATOS GENERALES		DATOS DE LABORATORIO					
$f'c: 210 \text{ kg/cm}^2$		MATERIAL	δ_{sss} (g/cm ³)	δ_{comp} (g/cm ³)	% Absorción	% Humedad	δ_{suelta} (g/cm ³)
ELEMENTO: CILINDROS-TESIS	AG. GRUESO	TRITURADO	2,61	1,56	2,08	0,30	1,60
CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL: NORMAL.	AG. FINO	POLVO DE PIEDRA	2,36	1,85	4,07	3,76	1,66
CEMENTO: CHIMBORAZO	MEZCLA AGRE.	AG. GRUESO	AG. FINO				
		0,56	0,44				
ASENTAMIENTO:	9,00 cm	$\delta_{cemento}$	2,98 (g/cm ³)	$\delta_{\text{óptimo}}$ de agregados.		1,93 (g/cm ³)	

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

Donde: δ_{sss} : densidad saturada superficialmente seca
 δ_{comp} : densidad compactada (M.U.C)
 δ_{suelta} : densidad suelta (M.U.S)

La segunda dosificación se realizó para un número de 6 cilindros de 15 x 30 cm, para un peso de 7 kg por cada cilindro.

2.5.4.1 Dosificación inicial:

AGUA	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	UNIDAD
11,25	18,75	33,00	42,00	(kg)

2.5.4.2 Dosificación final por corrección de humedad:

AGUA	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	UNIDAD
12,08	18,75	32,90	41,27	(kg)
0,64	1	1,75	2,20	U _{cimento}

2.5.5 DISEÑO DE LA TERCERA DOSIFICACIÓN DE PRUEBA PARA LA RESISTENCIA ESPECIFICADA

En la tercera dosificación se realizó la corrección de la densidad óptima de agregados; de 64% de agregado grueso y 36% de agregado fino.

Tabla 20. Tercera Dosificación para un Hormigón de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

DATOS GENERALES		DATOS DE LABORATORIO						
F'c: 210kg/cm²			MATERIAL	δ sss (g/cm³)	δ comp (g/cm³)	% Absorción	% Humedad	δ suelta (g/cm³)
ELEMENTO: CILINDROS-TESIS		AG. GRUESO	TRITURADO	2,61	1,56	2,08	0,30	1,60
CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL: NORMAL.		AG. FINO	POLVO DE PIEDRA	2,36	1,85	4,07	3,76	1,66
CEMENTO: CHIMBORAZO		MEZCLA AGRE.	AG. GRUESO	AG. FINO				
			0,64	0,36				
ASENTAMIENTO:	4,00 cm	δ cemento	2,98 (g/cm³)	δ óptimo de agregados.		1,84 (g/cm³)		

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

Donde; δ_{sss} : densidad saturada superficialmente seca

δ_{comp} : densidad compactada (M.U.C)

δ_{suelta} : densidad suelta (M.U.S)

La tercera dosificación se realizó para un número de 6 cilindros de 15 x 30 cm, para un peso de 7 kg por cada cilindro.

2.5.5.1 Dosificación inicial:

AGUA	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	UNIDAD
6,17	10,29	23,63	42,00	(kg)

2.5.5.2 Dosificación final por corrección de humedad:

AGUA	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	UNIDAD
6,97	10,29	23,55	41,27	(kg)
0,68	1	2,29	4,01	u _{cimento}

2.5.5.3 Corrección por asentamiento:

AGUA (kg)	CEMENTO (kg)	ASENTAMIENTO(cm)	FOTOGRAFÍA
3,00	5,00	3,50	

AGUA(kg)	CEMENTO(kg)	A. FINO(kg)	A. GRUESO(kg)
9,97	15,29	23,55	41,27
0,65	1	1,54	2,70

2.5.6 DISEÑO DE LA CUARTA DOSIFICACIÓN DE PRUEBA PARA LA RESISTENCIA ESPECIFICADA

En la cuarta dosificación (CD) se realizó la corrección de la densidad óptima de agregados; de 56% de agregado grueso y 44% de agregado fino.

Tabla 21. Cuarta Dosificación para un Hormigón de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

DATOS GENERALES		DATOS DE LABORATORIO						
F´c: 210kg/cm²			MATERIAL	δ sss (g/cm³)	δ comp (g/cm³)	% Absorción	% Humedad	δ suelta (g/cm³)
ELEMENTO: CILINDROS-TESIS		AG. GRUESO	TRITURADO	2,61	1,56	2,08	0,30	1,60
CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL: NORMAL.		AG. FINO	POLVO DE PIEDRA	2,36	1,85	4,07	3,76	1,66
CEMENTO: CHIMBORAZO		MEZCLA AGRE.	AG. GRUESO	AG. FINO				
			0,56	0,44				
ASENTAMIENTO:	3,00 cm	δ cemento	2,98 (g/cm³)	δ óptimo de agregados.		1,93 (g/cm³)		

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

Donde; $\delta \text{ sss}$: densidad saturada superficialmente seca

$\delta \text{ comp}$: densidad compactada (M.U.C)

$\delta \text{ suelta}$: densidad suelta (M.U.S)

La cuarta dosificación se realizó para un número de 6 cilindros de 15 x 30 cm, para un peso de 7 kg por cada cilindro.

2.5.6.1 Dosificación inicial:

AGUA	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	UNIDAD
6,23	10,38	33,00	42,00	(kg)

2.5.6.2 Dosificación final por corrección de humedad:

AGUA	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	UNIDAD
7,06	10,38	32,90	41,27	(kg)
0,68	1	3,17	3,97	u _{cimento}

2.5.6.3 Corrección por asentamiento:

AGUA (kg)	CEMENTO (kg)	ASENTAMIENTO(CM)	FOTOGRAFÍA
3,00	5,00	3,00	

AGUA (kg)	CEMENTO (kg)	A. FINO(kg)	A. GRUESO(kg)
10,06	15,38	32,90	41,27
0,65	1	2,14	2,68

2.5.6.4 Proceso de preparación del concreto en concreteira

El mismo día se realizó la dosificación dos, tres y cuatro.

- **Preparación de los materiales:**

- a) Las cantidades de cemento para estas dosificaciones fue pesada en la balanza con precisión de 0,01gramos mediante baldes y cargadas manualmente la cantidad de cemento para la segunda dosificación es de 18,75 kg, tercera dosificación es de 15,29kg y la cuarta dosificación es de 15,38kg.
- b) El peso del agua para estas dosificaciones se lo realizó de la misma manera mediante baldes, y sus cantidades dependieron del contenido de humedad que tienen los agregados (ripio triturado y polvo de piedra) la balanza pesó el contenido con precisión de 0,01 gr para la segunda dosificación es de 12,08 kg, tercera dosificación es de 9,97kg y la cuarta dosificación es de 10,06kg.

- **Pesos de los Agregados:**

- c) La cantidad de agregados para estas dosificaciones, para la segunda dosificación de 32,90 kg de polvo de piedra, y 41,27 kg de ripio triturado, para la tercera dosificación es de 23,55 kg polvo de piedra y 41,27 kg ripio triturado y para la cuarta dosificación es de 32,90 kg polvo de piedra y 41,27 kg ripio triturado; todos los agregados son pesados en la balanza con precisión de 0,05 kg.
- d) Cuando se realice hormigón modificado se deberá pesar la cantidad de fibrillas recicladas de neumático; serán pesadas en la balanza con precisión de 0,05 kg.
- e) Mezclar materias primas en concreteira.

El método que se utilizó para mezclar los agregados en concreteira fue el siguiente:

- **Subproceso de mezclado del hormigón en concreteira.**

- I. Se encendió la concreteira, se humedeció porque estuvo seca, se escurrió el agua sobrante y se continuó.



Figura 20. Humedecido de la concreteira antes de la mezcla de hormigón

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.
José Bladimir Villalba Rea.

- II. Se colocó 2/3 de agua.



Figura 21. Colocar los 2/3 de agua en la concreteira para iniciar la mezcla de hormigón

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.
José Bladimir Villalba Rea.

III. Se vertió las 3 /4 de agregado grueso.



Figura 22. Colocar los 3/4 de ripio triturado en concreteira

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.
José Bladimir Villalba Rea.

IV. Se colocó el 100% del agregado fino



Figura 23. Colocar toda la cantidad de polvo de piedra en concreteira

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.
José Bladimir Villalba Rea.

V. Se Vertió el 100% del cemento.



Figura 24. Colocar toda la cantidad de cemento en la concretera

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.
José Bladimir Villalba Rea.

VI. En caso de realizar el hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumático se colocó el 100% de las fibras, en caso de ser hormigón convencional, se omitió este pasó.



Figura 25. Colocar toda la cantidad de fibrillas recicladas de neumático en la concretera

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.
José Bladimir Villalba Rea.

VII. Se emplazó la cuarta parte del agregado grueso.



Figura 26. Colocar la cuarta parte faltante de ripio triturado en la concretera

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.
José Bladimir Villalba Rea.

VIII. Se colocó la tercera parte de agua.



Figura 27. Colocar la tercera parte faltante de agua en la concretera

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.
José Bladimir Villalba Rea.

IX. Se amasó el hormigón en la concreteira de 8 a 10 minutos.



Figura 28. Mezclado del hormigón

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.
José Bladimir Villalba Rea.

X. Se vertió el hormigón en una bandeja cómoda, no absorbente



Figura 29. Vertido del hormigón a la superficie plana no absorbente

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.
José Bladimir Villalba Rea.

- f) La elaboración y curado de especímenes de hormigón de la segunda prueba para la resistencia requerida especificada a la compresión fue idéntica a la mencionada anteriormente.

2.5.7 DISEÑO DEFINITIVO DE LA DOSIFICACIÓN PARA LA RESISTENCIA ESPECIFICADA

Después que se obtuvieron los resultados de los cilindros ensayados a compresión simple, se analizó que la resistencia alcanzada si se encuentra dentro de la resistencia citada, con características que están acorde al hormigón mencionado, cabe recalcar que para la dosificación final se realizó todo el proceso de manera sistemática en concreteira, compactado y varillado por una sola persona aplicando la misma fuerza a todo el hormigón de inicio a fin.

2.5.7.1 Preparación de probetas para ensayo y cálculo de módulo de rotura en vigas, esfuerzo a compresión en cilindros y tensión máxima de adherencia en probetas primaticas

Con el fin de determinar el módulo de rotura en vigas de hormigón convencional y modificado utilizando materiales de la mina Cerro Negro para una resistencia a la compresión simple de 210kg/cm^2 se realizaron las siguientes cantidades de probetas:

Número total de vigas: en la primera etapa se realizaron 9 vigas con hormigón convencional y 3 vigas por cada porcentaje de fibra (2%, 3%, 4%, 5%, 6) a ser ensayados a los 28 días, proyectando un total de 24 vigas.

Para la segunda etapa se realizaron 10 vigas con hormigón convencional y 20 vigas modificadas con el 4% de fibrillas recicladas de neumático que fueron ensayadas a los 7 días, 5 vigas convencionales y 5 modificadas y a los 28 días, se ensayaron un total de 20 vigas restantes.

Por motivos de tema de investigación se debía determinar la resistencia a la compresión simple para llegar a la resistencia especificada, para lo cual se realizaron cilindros cuya cantidad se describe a continuación.

Número total de cilindros: se realizaron 18 cilindros con hormigón convencional y 30 cilindros con hormigón modificado los cuales se ensayaron a los 28 días, la cantidad de 48 cilindros.

Número de cilindros auxiliares: son los cilindros ensayados hasta llegar a la resistencia requerida, en la segunda etapa reemplazamos el porcentaje de las fibrillas recicladas de neumáticos del agregado fino con el agregado grueso y se realizaron 5 cilindros de hormigón convencional y 5 cilindros con hormigón modificado que fueron ensayadas a los 28 días en total 58 cilindros.

Número total de probetas prismáticas: las probetas prismáticas para mediar la tensión máxima de adherencia se realizaron 10 de hormigón convencional y 20 de hormigón modificado que fueron ensayados a los 28 días

El total de toda la tesis con preliminares, primera etapa, segunda etapa se elaboraron 30 cubos de 100mm, 79 cilindros de 150x300mm y 24 vigas de 150x600mm y 30 vigas estándar de 150x500mm.

Al realizar la respectiva corrección por humedad a la dosificación se modifican ciertos parámetros que afectan la resistencia, entonces a continuación se presenta la dosificación final.

Tabla 22. Dosificación Definitiva para un Hormigón de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

DATOS GENERALES		DATOS DE LABORATORIO						
f'c: 210kg/cm²			MATERIAL	δ sss (g/cm³)	δ comp (g/cm³)	% Absorción	% Humedad	δ suelta (g/cm³)
ELEMENTO: CILINDROS-TESIS		AG. GRUESO	TRITURADO	2,61	1,56	2,08	0,30	1,60
CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL: NORMAL.		AG. FINO	POLVO DE PIEDRA	2,36	1,85	4,07	4,38	1,66
CEMENTO: CHIMBORAZO		MEZCLA AGRE.	AG. GRUESO	AG. FINO				
			0,64	0,36				
ASENTAMIENTO:	5,50 cm	δ cemento	2,98 (g/cm³)	δ óptimo de agregados.		1,84 (g/cm³)		

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.

José Bladimir Villalba Rea.

Donde; $\delta \text{ sss}$: densidad saturada superficialmente seca

$\delta \text{ comp}$: densidad compactada (M.U.C)

$\delta \text{ suelta}$: densidad suelta (M.U.S)

2.5.7.2 Dosificación inicial:

AGUA	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	UNIDAD
6,23	10,38	33,00	42,00	(kg)

2.5.7.3 Dosificación final por corrección de humedad:

AGUA	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	UNIDAD
6,86	10,29	23,67	41,27	(kg)
0,67	1	2,30	4,01	U _{cimento}

2.5.7.4 Corrección por asentamiento:

AGUA (kg)	CEMENTO (kg)	ASENTAMIENTO(cm)	FOTOGRAFÍA
3,00	5,00	5,50	

AGUA	CEMENTO	A FINO	A GRUESO	UNIDAD
9,86	15,29	23,67	41,27	(kg)
0,64	1	1,55	2,70	U _{cimento}

Proceso de cálculo del número de unidades a fundir:

- Dicha dosificación final está realizada para 6 cilindros, pero la cantidad total a fundir es de 6 cilindros y 3 vigas, dando un total de 9 unidades.
- Las dimensiones de la viga a ensayar son de 150x150x600mm.
- Las dimensiones de los cilindros a ensayar son de 150x150x300mm.
- Para obtener la cantidad total de las 9 unidades se realiza la siguiente relación:

Subproceso del cálculo del número total de probetas:

- I. Se obtiene el volumen del cilindro.

- II. Se relaciona dicho volumen en relación a 7 kg de agregado grueso por cilindro.
- III. Se obtiene el volumen de la viga.
- IV. Se realiza una regla de tres para obtener la masa de las vigas.
- V. Repite el mismo proceso para obtener las cantidades finales de la dosificación.

Relacion del cilindro = $\left(\frac{\pi * d^2}{4} * h\right)$ Se representa con 7 kg de masa.

$$Volumen cilindro = \left(\frac{\pi * 15^2}{4} * 30\right) = 5.301,44 \text{ cm}^3$$

Relacion de la viga = $(b * h * l)$ cuantos kg representara.

$$Volumen viga = (15 * 15 * 600) = 13.500,00 \text{ cm}^3$$

$$\frac{5.301,44}{13.500,00} \quad \begin{array}{c} \nearrow \searrow \\ \nwarrow \nearrow \end{array} \quad \frac{7 \text{ kg}}{X}$$

$$X = \left(\frac{13.500,00 * 7 \text{ kg}}{5.301,44}\right)$$

$$X = 17,83 \text{ Kg} \Rightarrow \frac{17,83}{7 \text{ kg}} = 2,55 \text{ cilindros.}$$

- VI. Es decir 2,55 cilindros representan a una viga, por lo tanto, son 3 vigas seria 7,64 redondeando a 8 cilindros.

2.5.7.5 Dosificación final para 14 cilindros:

AGUA	CEMENTO	A FINO	A GRUESO	UNIDAD
23,00	35,67	55,23	96,29	(kg)
0,64	1	1,55	2,70	U _{cimento}

Esta dosificación es la que se utilizó para buscar el diseño definitivo de mezcla con el porcentaje óptimo de fibrillas recicladas de neumático.

2.5.8 DISEÑO DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS DE NEUMÁTICO

El sistema de variar un hormigón convencional con un modificado con fibrillas recicladas de neumáticos, bajó la resistencia a la compresión, pero se esperó en esta tesis ganar resistencia a la flexión con un módulo de rotura a la flexión superior al hormigón convencional.

El procedimiento que se aplicó en esta dosificación fue sustituir en diferentes porcentajes el agregado fino por la fibrilla.



Figura 30. Fibrilla reciclada de neumático seleccionada número 4

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.
José Bladimir Villalba Rea.

2.5.8.1 Dosificación con el 2% fibrillas.

AGUA	CEMENTO	A. FINO	2% FIBRA	A. GRUESO	UNIDAD
23,00	35,67	54,13	1,10	96,29	(kg)
0,64	1	1,52	0,03	2,70	U _{cimento}

2.5.8.2 Dosificación con el 3% fibrillas.

AGUA	CEMENTO	A. FINO	3% FIBRA	A. GRUESO	UNIDAD
23,00	35,67	53,58	1,66	96,29	(kg)
0,64	1	1,50	0,05	2,70	u _{cimento}

2.5.8.3 Dosificación con el 4% fibrillas.

AGUA	CEMENTO	A. FINO	4% FIBRA	A. GRUESO	UNIDAD
23,00	35,67	53,02	2,21	96,29	(kg)
0,64	1	1,49	0,06	2,70	u _{cimento}

2.5.8.4 Dosificación con el 5% fibrillas.

AGUA	CEMENTO	A. FINO	5% FIBRA	A. GRUESO	UNIDAD
23,00	35,67	52,47	2,76	96,29	(kg)
0,64	1	1,47	0,08	2,70	u _{cimento}

2.5.8.5 Dosificación con el 6% fibrillas.

AGUA	CEMENTO	A. FINO	6% FIBRA	A. GRUESO	UNIDAD
23,00	35,67	51,92	3,31	96,29	(kg)
0,64	1	1,46	0,09	2,70	u _{cimento}

2.5.9 PROGRAMACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN Y ENSAYOS DE VIGAS Y CILINDROS DE LA PRIMERA ETAPA.

Tabla 23. Fechas de elaboración y ensayos de especímenes - primera etapa

MEZCLADO	FECHA DE ELABORACIÓN DE LA MEZCLA	NÚMERO DE PROBETAS ELABORADAS	FECHA DE ENSAYO (28 DÍAS)	TIPO DE ENSAYO
1ra Parada	28/10/2015	12 cilindros	25/11/2015	Compresión
		6 vigas		Flexión
2da Parada	29/10/2015	12 cilindros	26/11/2015	Compresión
		6 vigas		Flexión
3ra Parada	30/10/2015	12 cilindros	27/11/2015	Compresión
		6 vigas		Flexión
4ta Parada	04/11/2015	12 cilindros	02/12/2015	Compresión
		6 vigas		Flexión

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

2.5.9.1 Elaboración y curado de especímenes de hormigón para la resistencia a flexión requerido el módulo de rotura (vigas)

- Se colocó el molde sobre un área completamente, plana, rígida libre de contaminación y sacudidas. En un lugar tan cercano como sea posible al sitio donde van a ser curados y engrasar.
 - Se recogió una cantidad considerable del espécimen de hormigón.
 - Se emplazó el hormigón en lo profundo del molde, repartiendo uniformemente en toda la superficie, para obtener una distribución correcta del hormigón y que la segregación sea mínimo mientras se vierte el hormigón.
 - Se derramó en el molde dos capas de igual espesor. En la segunda capa se colocó la cantidad de hormigón idóneo para que el molde quede lleno después de la compactación y el varillado.
- Se amoldó el faltante o sobrante de hormigón con una ración de mezcla y finalizar el número de golpes faltantes.

- e) Se compactó con “25 “golpes repartidos uniformemente en cada capa con la varilla de compactación utilizando la punta semiesférica.
- f) Se compactó la primera capa penetrando la varilla en toda su profundidad pero evitando dañar el fondo del molde, de la misma manera la segunda capa, permitir que la varilla penetre en toda la capa que está siendo compactada e ingresar a la capa anterior aproximadamente 25mm (1plg).
- g) Se golpeó de 10 a 15 veces con el mazo de goma cada capa, para disminuir la cantidad de burbujas de aire que pudo haber quedado entre los agregados durante su colocación del hormigón en los moldes.
- h) Se enrazó el exceso de hormigón con la varilla de compactación y realizó el acabado de la viga utilizando una llana o paleta con la mínima manipulación necesaria hasta obtener una superficie uniforme, se niveló con el borde del molde para que no tenga hundimientos o sobresalientes mayores a 3,3 mm.



Figura 31. *Acabado final de viga con la liana*

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.
José Bladimir Villalba Rea.

- i) Se registraron los especímenes con la información adecuada, sin modificar los moldes.
- j) Se realizó el curado inicial después del moldeo y terminado, el espécimen debe ser almacenado por un periodo de hasta 48 horas a una temperatura entre 16°C y 27°C, en un ambiente que previene la pérdida de humedad de los especímenes.

- k) Se desencofró cuidadosamente las probetas cilíndricas prismáticas evitando que se despostillen sus aristas y se mantenga la integridad ilesa de la probeta.
- l) Las vigas fueron curadas de la misma manera que los cilindros, excepto que se almacenaron en agua saturada con cal, a una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, por lo menos 20 horas antes de su ensayo. Se evitó el secado de la superficie de la viga, desde la remoción del almacenamiento en agua, hasta el momento del ensayo.

2.5.10 ENSAYO DE VIGAS A FLEXIÓN.

Este ensayo tuvo como objeto principal determinar la resistencia a la flexión en vigas con hormigón convencional y hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumáticos, son vigas estandarizadas de dimensiones de 150x150x500mm de longitud, el cual se le conoce como módulo de rotura. Este ensayo radica en someter a la viga a carga constante repartidas en dos puntos de aplicación ubicados en los tercios de la luz.

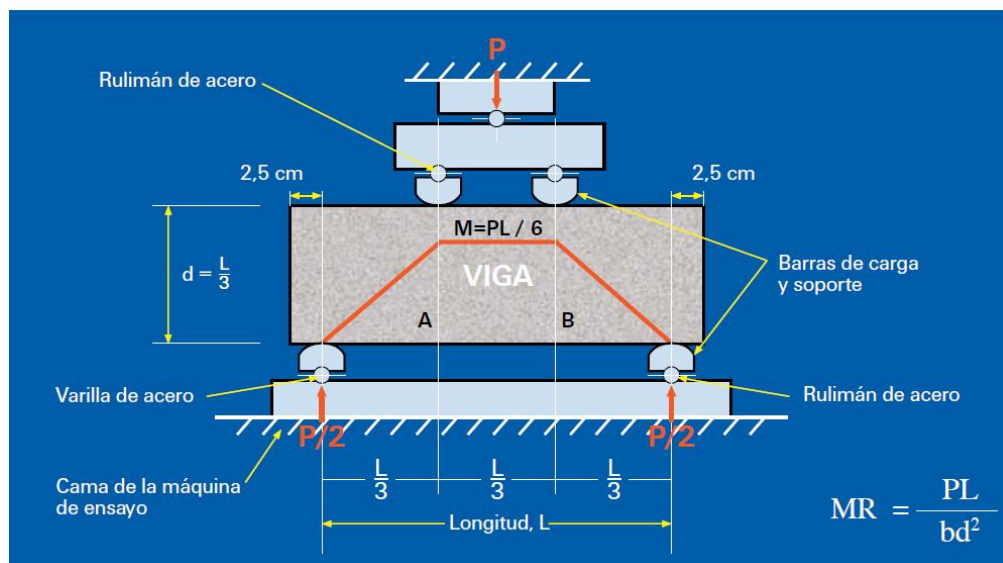


Figura 32. Esquema de la aplicación de carga para el módulo de rotura

Fuente: INECYC. (2009)

2.5.10.1 Cálculo del módulo de rotura

Para obtener las fallas producidas por flexión en una viga simplemente apoyada, el cálculo se realizó haciendo referencia y siguiendo los pasos establecidos en la NTE INEN 2554 Y ASTM C-78.

Dicha norma tiene como título “Método Estándar de Ensayo para Resistencia a la Flexión del hormigón (usando viga simple con carga a los tercios del claro), la cual consistió en someter a la viga simplemente apoyada a una carga en dos puntos de esta.

El resultado obtenido fue reportado como Módulo de Rotura en MPa, conocido como esfuerzos de tracción teórico en el nervio interior de la viga.

Existen dos formas de realizar este cálculo dependiendo el tipo de falla por flexión que produzca este ensayo:

1.- Si la falla a flexión se ejecuta en la superficie de tracción dentro del tercio medio de la viga se aplica la ecuación, INECYC. (2009).

$$MR = \frac{P*L}{b*d^2} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

MR= Módulo de rotura

P= Carga aplicada por la prensa, en kN

L= Distancia entre apoyos de la viga, en mm

b= Ancho de la viga, generalmente igual a d, en mm

d= Altura de la viga, en mm

2.- Si la fractura se produce en la superficie de tracción fuera del tercio medio de la luz libre, pero no más del 5% de la luz libre, calcular el módulo de rotura de la siguiente manera, INECYC. (2009).

$$MR = \frac{3*P*a}{b*d^2} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

a = Distancia media entre la línea de fractura y el apoyo más cercano medido en la superficie de la tracción de la viga, en mm.

En el caso del presente tema de investigación la falla por flexión se produjo en el tercio medio por lo que para el cálculo se realizó con la ecuación 1, obteniéndose de esta manera el módulo de rotura o falla por flexión de las vigas ensayadas.

En las fotografías presentadas a continuación, se puede observar las diferencias que presentaron las fallas en el punto de inflexión.



Figura 33. Ensayo de viga con la aplicación de carga a los 2/3

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.
José Bladimir Villalba Rea.



Figura 34. Probeta fallada, tipo de falla flexión dentro de los 2/3

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.
José Bladimir Villalba Rea.



Figura 35. Representación de las fallas de los ensayos a flexión

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.

José Bladimir Villalba Rea.

2.5.11 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PROTOTIPO PARA MEDIR LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA HORMIGÓN-ACERO

Con el fin de conocer cuál de los hormigones, posee mayor esfuerzo a la tensión máxima de adherencia se llevó a cabo el estudio de la adherencia con las modificaciones pertinentes para el estudio de su efecto en estructuras de hormigón armado modificado con fibrillas recicladas de neumático.

Con el propósito de solucionar dicho inconveniente y dar solución al estudio de la adherencia entre el hormigón y el acero se realizó una extensa investigación del ensayo propuesto por la RILEM / CEB / FIP, en el año de 1970. A lo largo del tiempo se han empleado una gran variedad de ensayos con el objeto de analizar la tensión de adherencia, Molina M., Gutiérrez J., García M. (2003).

A partir del ensayo normalizado de RILEM / CEB / FIP de adherencia tipo pull-out y beam test, varios países europeos adoptaron algunos de los métodos propuestos mientras que otros recurrieron a métodos de ensayo diferentes, Tepfers. (1973)

La disponibilidad de un ensayo normalizado ecuatoriano quizás facilitaría el control de la adherencia acero-hormigón, y complementaría las normativas del INEN que

todavía no definen un ensayo de este tipo. Siendo de gran utilidad para proyectistas de estructuras de hormigón armado.

2.5.11.1 Bosquejo experimental.

Se desarrolló un prototipo para medir la tensión máxima de adherencia compuesta por dos placas de 20 mm de espesor cada una, con cuatro pernos de 3/4 de pulgada soldados a una de la placa en forma vertical y una varilla en la parte inferior, que va empotrada en la parte inferior de la mordaza de la maquina universal y la subsiguiente placa perforada, con cinco orificios, repartidos de la siguiente manera. Cuatro orificios para introducir en la placa antes mencionada y el orificio faltante para dejar pasar la varilla de 10 mm de la probeta prismática, en la parte inferior va colocada la placa de neopreno como se representa a continuación:

Figura 36. Prototipo de adherencia con sus partes

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

2.5.11.2 Propuesta del prototipo de adherencia.

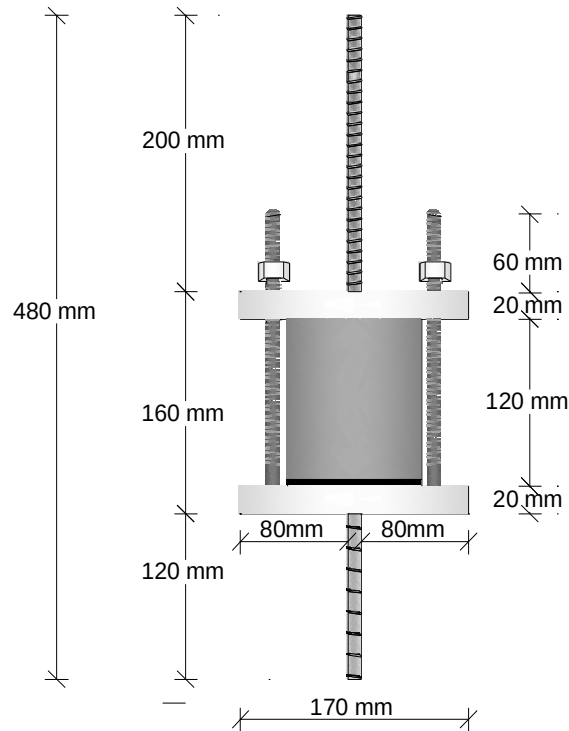


Figura 37. Prototipo de adherencia con sus dimensiones

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

2.5.11.3 Chequeo de las dimensiones del mecanismo.

Con el objetivo de garantizar que las dimisiones propuestas no vayan a fallar al momento de realizar los ensayos se realizaron los siguientes cálculos.

$$\tau = \frac{F}{A}$$

De investigaciones previas se obtuvo el valor la tensión máxima de adherencia para una varilla de 12 mm de 18,22 MPa., entonces.

$$18,22 = \frac{F}{2 * (\pi * 5) * 50} \text{ Quedando como resultado el valor de la fuerza a aplicar.}$$

$$F = 18,22 \frac{N}{mm^2} * 1570,796327 mm^2$$

$$F = 28619,91 N$$

$F = 28,62 kN$ Esta es la fuerza que debe resistir el mecanismo de adherencia

2.5.11.4 Calculamos la fuerza resistente en los pernos y varilla inferior.

Para el cálculo de los pernos se aplica:

$$f_y = \frac{F}{A}$$

El acero con el que se trabajó para la fabricación de los pernos y placas es A-42, es decir, que tiene un esfuerzo de 420 MPa a tracción.

El chequeo de las dimensiones de los pernos de $\frac{3}{4}$ de pulgada es:

$$420 \frac{N}{mm^2} = \frac{F}{285,023 mm^2}$$

$$F = 420 \frac{N}{mm^2} * 285,03 mm^2$$

$$F = 119700,00 N$$

$$F = 119.70 kN$$

$F = 119,71 kN$ Esta es la fuerza que resisten cada uno de los pernos del prototipo de adherencia.

F admisible > F calculada.

119,71 kN > 28,62 kN - - - OK

Cálculo de la fuerza de la varilla de 12 mm de diámetro que va en la parte inferior del prototipo de adherencia.

$$420 \frac{N}{mm^2} = \frac{F}{113,10 mm^2}$$

$$F = 420 \frac{N}{mm^2} * 113,10 mm^2$$

$$F = 47502,00 N$$

$F = 47,50 kN$ Esta es la fuerza que resiste la varilla de 12 mm de diámetro del prototipo de adherencia.

F admisible > F calculada.

47,50 kN > 28,62 kN - - - OK

2.5.11.5 Ensamble final

Adaptación del prototipo de adherencia a la maquina universal existente en el laboratorio de Control de Calidad de los Materiales de la Universidad Nacional de Chimborazo, preparado para realizar el ensayo de la tensiona máxima de la adherencia.

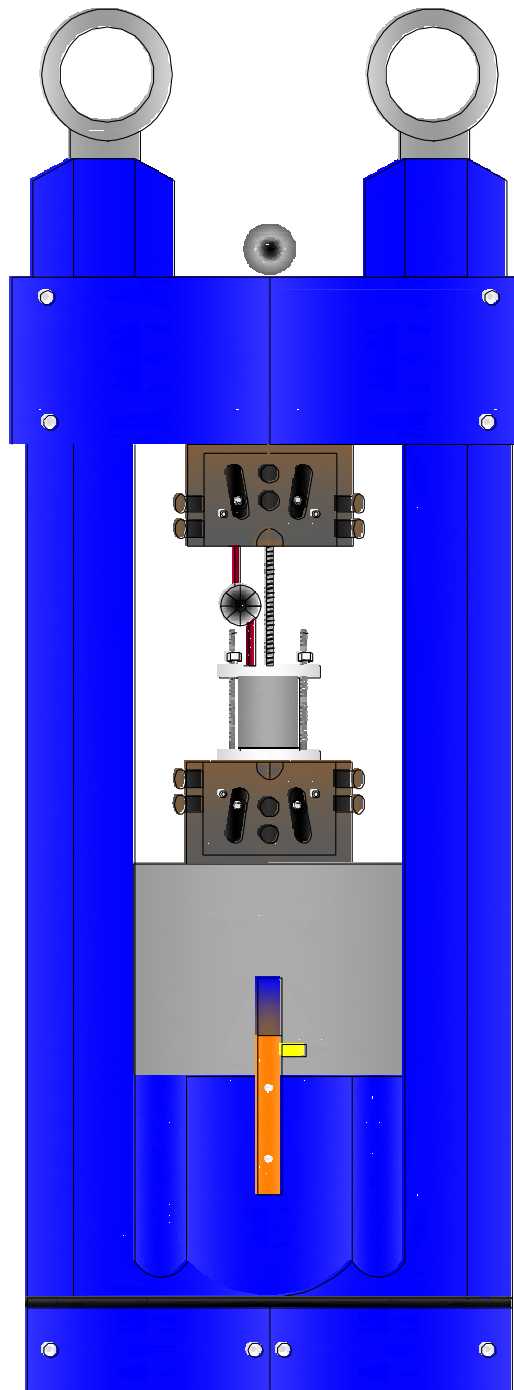


Figura 38. Prototipo de adherencia ensamblando en la maquina universal

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.

José Bladimir Villalba Rea

2.5.12 PROGRAMACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN Y ENSAYOS DE CILINDROS, VIGAS Y PROBETAS PRISMÁTICAS DE LA SEGUNDA ETAPA

Tabla 24. Fecha de elaboración y ensayos de especímenes - segunda etapa

MEZCLADO	FECHA DE ELABORACIÓN DE LA MEZCLA	NÚMERO DE PROBETAS ELABORADAS	FECHA DE ENSAYO (28 DÍAS)	TIPO DE ENSAYO
1ra Parada	11/12/2015	5 cilindros	8/01/2016	Compresión
		10 vigas		Flexión
		10 cubos		Adherencia
2da Parada	11/12/2015	5 cilindros	8/01/2016	Compresión
		20 vigas		Flexión
		20 cubos		Adherencia

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

En la segunda etapa se tomaron decisiones definitivas con la realización de probetas a compresión, flexión y adherencia, con el reemplazo del 4% de las fibrillas recicladas de neumáticos que representa el porcentaje óptimo de fibra con el cual el hormigón trabajó y mejoró su comportamiento a flexión, pero en esta ocasión ya no con el agregado fino sino, con el agregado grueso esperando con esta modificación un incremento en la resistencia a compresión. Además se realizó el control de humedad y absorción de las fibrillas recicladas de neumáticos, para verificar si representaban alguna incidencia en la mezcla.

2.5.12.1 Cuantificación del contenido de humedad de las fibrillas recicladas de neumáticos, basado en la NTE INEN 862-2011 (Adaptación)

- a) La cantidad de fibrillas recicladas de neumáticos para realizar el contenido de humedad se basa en la cantidad de agregado fino, es decir, en nuestro caso de 400gramos.
- b) Se pesó la masa de las fibrillas recicladas de neumáticos más el recipiente con una precisión de 0,1%.
- c) Se secaron las fibrillas recicladas de neumáticos completamente en el recipiente en el horno a temperatura de $80\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, cuidando de no perder partículas, ya que un calentamiento excesivo puede causar que algunas fibrillas sufran reducción de su tamaño original como ocurrió a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, y perder parte de su masa inicial. Debido a ser fibrillas recicladas de neumáticos se realizó el chequeo cada media hora hasta obtener masa constante como se muestra en el siguiente cuadro:

N°	PESO (kg)	Tiempo
1	0.603	11:03
2	0.601	11:32
3	0.600	12:06
4	0.600	12:43
5	0.600	13:30
6	0.600	11:00

- d) Se procedió a determinar la masa de las fibrillas recicladas de neumáticos, con una aproximación de 0,1%.

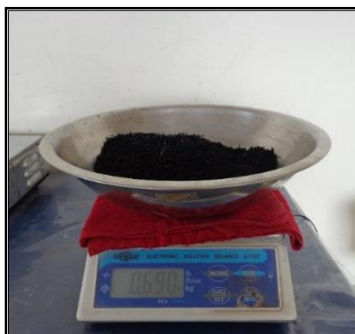


Figura 39. *Peso del recipiente + fibrillas recicladas de neumático seco*

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.

José Bladimir Villalba Rea

e) Cálculos.

$$P = \frac{(w - D)}{D}$$

Donde:

P = contenido total de humedad evaporable de las fibrillas recicladas de neumáticos, porcentaje,

W = masa de las fibrillas recicladas de neumático en estado natural, gramos,

D = masa de las fibrillas recicladas de neumático seca, gramos.

Tabla 25. Contenido de humedad de las fibrillas recicladas de neumáticos.

INFORMACIÓN GENERAL 1						
INFORMACIÓN DE ENSAYO: C. HUMEDAD-FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO		TESIS: Análisis a flexión en vigas de concreto armado, compuestas de hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumático, y su influencia en la cuantía de acero en un hormigón estructural de f´c = 210 kg/cm2.				
ORIGEN: FACERQUIM-AMBATO						
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO						
DESCRIPCIÓN		VALORES DE LOS ENSAYOS				
ENSAYO N°		1	2	3	4	5
Masa del recipiente	G	297,00	297,00	297,00	297,00	297,00,
Masa de la fibrilla estado natural + recipiente	G	697,00	697,00	697,00	697,00	697,00
Masa fibrilla seca + recipiente	G	690,00	689,00	691,00	690,00	690,00
Masa fibrilla estado natural	G	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00
Masa fibrilla seca	G	393,00	392,00	394,00	393,00	393,00
Masa del agua contenida en la fibrilla	G	7,00	8,00	6,00	7,00	7,00
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1,78	2,04	1,52	1,78	1,78
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	%	1,78				
NORMA	Adaptación de la INEN 862					

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

2.5.12.2 Realización de la absorción de las fibrillas recicladas de neumáticos basados en la NTE INEN 857-2010 (Adaptación)

- a) Se secaron las fibrillas recicladas de neumáticos en el horno a una temperatura de $80\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, hasta conseguir una masa constante.
- b) Se enfriaron las fibrillas recicladas de neumáticos al aire, a temperatura ambiente, entre 1 a 3 horas o hasta que la masa tenga una temperatura confortable para su manipulación (aproximadamente 50°C).
- c) Seguidamente se sumergieron las fibrillas recicladas de neumáticos en agua a temperatura ambiente por un periodo de $24 \pm 4\text{h}$.
- d) Se retiraron las fibrillas recicladas de neumáticos del agua.
- e) Se colocaron sobre una franela y con el mismo frotarla hasta que se eliminó toda la lámina visible de agua.



Figura 40. Poner sobre una franela las fibrillas recicladas de neumático

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.
José Bladimir Villalba Rea

- f) Se determinó la masa de la muestra de ensayo en condición saturada superficialmente seca, con una aproximación de 0,5 gramos.
- g) Se secó la muestra en el horno a una temperatura de $80\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, hasta conseguir una masa constante.

- h) Se enfrió la muestra al aire, a temperatura ambiente, entre 1 hora a 3 horas o hasta que el árido se haya enfriado a una temperatura que sea constante para el manejo (aproximadamente 50 °C) y determinamos su masa.
- i) Se pesaron las fibrillas recicladas de neumáticos hasta conseguir una masa constante



Figura 41. *Peso de las fibrillas recicladas de neumático en seco*

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.

José Bladimir Villalba Rea

- j) Cálculos:

$$\text{Absorción, \%} = \frac{(B - A)}{A} * 100$$

Donde: **Absorción** = contenido de absorción de agua de las fibrillas recicladas de neumáticos, %

B = masa de las fibrillas recicladas de neumáticos en estado saturado superficialmente seco, gramos,

A = masa de las fibrillas recicladas de neumáticos en estado seco, gramos.

Tabla 26. Porcentaje de absorción de las fibrillas recicladas de neumáticos

INFORMACIÓN GENERAL 1						
INFORMACIÓN DE ENSAYO: ABSORCIÓN-FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO		TESIS: Análisis a flexión en vigas de concreto armado, compuestas de hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumático, y su influencia en la cuantía de acero en un hormigón estructural de f'c = 210 kg/cm2.				
ORIGEN: FACERQUIM-AMBATO						
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO						
DESCRIPCIÓN		VALORES DE LOS ENSAYOS				
ENSAYO N°		1	2	3	4	5
Masa del recipiente	G	456,00	456,00	456,00	456,00	456,00
Masa del recipiente + fibrilla en “SSS”	G	603,00	603,00	603,00	603,00	603,00
Masa fibrilla seca + recipiente	G	600,60	600,60	599,60	599,60	600,10
Masa fibrilla en “SSS”	G	147,00	147,00	147,00	147,00	147,00
Masa fibrilla seco	G	144,60	144,60	143,60	143,60	144,10
Masa del agua contenida en la fibrilla	G	2,40	2,40	3,40	3,40	2,90
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN	%	1,66	1,66	2,37	2,37	2,01
CAP. DE ABSORCIÓN PROMEDIO		%	2,01			
NORMA	Adaptación de la INEN 857					

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

2.5.13 DOSIFICACIÓN FINAL CON EL PORCENTAJE DE FIBRA ÓPTIMO

Tabla 27. Dosificación final para Hormigón modificado con FRN 4%, de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

DATOS GENERALES		DATOS DE LABORATORIO						
f'c: 210kg/cm²			MATERIAL	δ sss (g/cm³)	δ comp (g/cm³)	% Absorción	% Humedad	δ suelta (g/cm³)
ELEMENTO: CILINDROS-TESIS		AG. GRUESO	TRITURADO	2,61	1,56	2,08	0,24	1,60
CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL: NORMAL.		AG. FINO	POLVO DE PIEDRA	2,36	1,85	4,07	3,97	1,66
CEMENTO: CHIMBORAZO		MEZCLA AGRE.	AG. GRUESO	AG. FINO				
			0,64	0,36				
ASENTAMIENTO:	5,50 cm	δ cemento	2,98 (g/cm³)	δ óptimo de agregados.		1,84 (g/cm³)		

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

Donde; $\delta \text{ sss}$: densidad saturada superficialmente seca

$\delta \text{ comp}$: densidad compactada (M.U.C)

$\delta \text{ suelta}$: densidad suelta (M.U.S)

2.5.13.1 Dosificación inicial:

AGUA	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	UNIDAD
6,17	10,29	23,63	42,00	(kg)

2.5.13.2 Dosificación final por corrección de humedad:

AGUA	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	UNIDAD
6,95	10,29	23,60	41,24	(kg)
0,68	1	2,29	4,01	U _{cimento}

2.5.13.3 Corrección por asentamiento:

AGUA (kg)	CEMENTO (kg)	ASENTAMIENTO (cm)	FOTOGRAFÍA
3,00	5,00	5,00	

AGUA	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	UNIDAD
9,95	15,29	23,60	41,24	(kg)
0,65	1	1,54	2,70	U _{cimento}

Proceso de cálculo del número de unidades a fundir:

- Dicha dosificación final es realizada para 6 cilindros, pero la cantidad total a fundir es de 10 cilindros, 30 vigas, y 30 cubos dando un total de 70 unidades.
- Las dimensiones de la viga a ensayar son de 150x150x500 mm.
- Las dimensiones de los cilindros a ensayar son de 150x150x300 mm.
- Las dimensiones de los cubos a ensayar son de 100x100x100 mm.
- Para obtener la cantidad total de las 70 unidades se realiza el subproceso aplicado en el apartado 2.5.7.

Obtenemos 30 cilindros de hormigón convencional que representan 5 cilindros, 10 vigas y 10 cubos.

2.5.13.4 Dosificación final para 30 cilindros de hormigón convencional:

AGUA	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	UNIDAD
49,76	76,43	118,01	206,22	(kg)
0,65	1	1,54	2,70	u _{cimento}

Dosificación para un hormigón modificado con el 4% de fibrillas recicladas de neumático para 50 cilindros distribuidos de la siguiente manera: 5 cilindros, 20 vigas y 20 cubos.

2.5.13.5 Dosificación final para 50 cilindros de hormigón modificado con el 4% de fibras recicladas de neumático:

AGUA	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	4% FIBRA	UNIDAD
82,93	127,39	196,69	329,95	13,75	(kg)
0,65	1	1,54	2,59	0,11	u _{cimento}

Con las cantidades obtenidas de la dosificación final, se hizo la relación de porcentajes para conocer el valor que afecta la fibrilla a la dosificación y si es necesario realizar cambios en el cálculo de la dosificación final con el contenido de humedad y porcentaje de absorción.

En este caso reemplazamos las fibrillas recicladas de neumáticos con el agregado grueso.

Cantidad total de agregado: 540,38 Kg.

Cantidad total de fibrillas recicladas de neumáticos 13,75 Kg.

Relación existente de 1 a 0,02544491

Tabla 28. Datos comparativos entre las propiedades mecánicas de los agregados y las fibrillas recicladas de neumáticos.

Agregados Vs Fibrillas			
Agregado grueso: Ripio triturado	U. %	Fibrillas recicladas de neumáticos	U. %
Absorción:	2,08	Absorción:	2,01
Contenido de humedad:	0,24	Contenido de humedad:	1,78
Conclusión: No se hicieron modificaciones a la dosificación final para un hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumáticos debido a que la relación existente es de 1 de agregado grueso a 0.025 de la FRN, por tanto la incidencia de la humedad y absorción del elastómero se desprecia.			

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

2.5.14 PROCESO DE OBTENCIÓN DE PROBETAS PRISMÁTICAS DE ADHERENCIA.

- a) Se elaboraron los moldes.



Figura 42. Taller de elaboración de moldes en madera

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.
José Bladimir Villalba Rea

- b) Se engrasaron los moldes, colocar la tubería de PVC a una longitud de 70 mm de la siguiente manera: los 50 mm dentro del molde los 20 mm restantes queda entre el molde y el encofrado para garantizar la perpendicularidad entre el cubo y el acero. Seguidamente se introdujo la varilla de 10 mm de diámetro en una longitud total de 300 mm; distribuidos de la siguiente manera: 50 mm quedan en contacto directo con el hormigón, 50 mm en contacto con la tubería PVC y los 200 mm restantes quedan a disposición de la mordaza. El proceso desarrollado por los autores de la presente investigación se encuentra detallado en ANEXO 1.



Figura 43. Ubicación de la varilla dentro de la probeta

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Re

- c) Se Vertió el hormigón en los moldes en dos capas de igual volumen, la primera capa fue vibrada y compactada según como indica el anexo 1 (procedimiento para elaboración y ensayo de adherencia de especímenes para pruebas de adherencia hormigón-acero). Se varilló 8 veces por capa impidiendo que la varilla corrugada se desplace de su ubicación inicial.



Figura 44. *Varillado con 8 golpes por cada capa*

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.

José Bladimir Villalba Rea.

- d) Se golpeó el exterior del molde de 5 a 7 veces por capa con el mazo. Evitando el desplazamiento de la varilla corrugada de su posición original.



Figura 45. *Compactación con 5 a 7 golpes con el mazo por cada capa y luego enrazar*

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Re

- e) En la última capa se colocó un exceso para que en el momento de varillar y enrazar quede nivelada la superficie.



Figura 46. *Rasanteo de la probeta para acabado final de la misma*

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Re

- f) Con la ayuda de la escuadra se mantuvo la perpendicularidad.



Figura 47. *Comprobación de verticalidad de la varilla*

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

- g) Se registraron las probetas prismáticas con la información adecuada, sin modificar los moldes y utilizando una técnica que no alteró el acabado final de la probeta prismática y fueron llevadas a la piscina de curado para realizar el curado inicial.



Figura 48. Identificación, almacenamiento y curado inicial.

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

- h) Se desmoldó y se realizó el curado final de las probetas prismáticas. El curado final fue solamente en la parte del hormigón y evitar el contacto del acero con el agua para prevenir la corrosión.



Figura 49. Desencoframos diligentemente todos los moldes de la probeta prismática.

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea



Figura 50. Curado final de las probetas prismáticas

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

2.5.15 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENSAYO DE LA ADHERENCIA HORMIGÓN-ACERO DE PROBETAS PRISMÁTICAS.

- a) Se apoyó en la máquina de adherencia entre dos superficies con una abertura intermedia entre 5 a 10 cm, se colocó la placa de neopreno y sobre esta se ubicó la probeta prismática.



Figura 51. Ubicación de la probeta prismática sobre el prototipo para medir la adherencia

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

- b) Se recortaron los 20 mm en exceso de tubería de PVC.



Figura 52. Preparación de la probeta prismática para la colocación de la parte superior

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Re

- c) Se ubicó sobre la probeta prismática la placa de 20 mm de acero y se ensamblaron sus cuatro pernos con sus respectivas tuercas hasta una distancia de 5cm por encima de la placa.



Figura 53. Atornillado de los pernos con las tuercas

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

- d) Se colocó el prototipo de adherencia, en la maquina universal. La parte inferior del prototipo va en las mordazas inferiores, se verificó la verticalidad de la varilla con la mordaza superior.



Figura 54. Ubicación del prototipo de adherencia en la maquina universal.

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

- e) Se verificó la verticalidad, se activó la maquina universal a compresión para que el pistón inicie su ascenso y se ubicó la varilla con las mordazas superiores, seguidamente se procedió a atornillar los 5cm restantes en los pernos.



Figura 55. Ajustado fuertemente las tuercas con los pernos.

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

- f) Se colocó el deformímetro para obtener la deformación, hasta que la carga empiezo a descender.



Figura 56. Ubicación del deformímetro para obtener su deformación

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

- g) Se aplicó la carga a una velocidad de 0,015 MPa/s sobre la cara de adherencia, hasta que se produzca la rotura.
- h) Se calculó de la tensión máxima de adherencia.

$$\tau_{\max} = \frac{Q}{A} = \frac{Q(kN)}{\varphi * \pi * lb}$$

Donde:

$\tau_{\max}$ = Tensión máxima de adherencia, en Mpa,

Q = Carga máxima aplicada, indicada por la máquina de ensayo, en KN,

φ = Diámetro de la varilla, en mm,

π = pi, valor constante,

lb = Longitud adherente, en mm,

Nota.- φ se determinó con la fórmula del peso específico cortando un metro de varilla corrugada de 10 mm de diámetro y pesando en una

balanza, como se muestra en la Figura 2.48, cuyo valor es de 0,5787 kg/m.



Figura 57. Registro del peso de un metro de una varilla de 10 mm.

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

- i) Fórmula del peso específico del acero corrugado para varilla de 10mm de diámetro.

Peso específico del acero: 7850 kg/m³

$$\gamma = \frac{P}{V}$$

Despejamos el volumen:

$$v = \frac{P}{\gamma}$$

$$1 \text{ m} * \frac{\pi * d^2}{4} = \frac{0,5787 \frac{\text{kg}}{\text{m}}}{7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

Despejamos el diámetro:

$$d^2 = \frac{0,5787 \frac{kg}{m} * 4}{7850 \frac{kg}{m^3} * 1m * \pi}$$

$$\sqrt{d^2} = \sqrt{\frac{0,5787 \frac{kg}{m} * 4}{7850 \frac{kg}{m^3} * 1m * \pi}}$$

$$d = \sqrt{9,39 \times 10^{-5} m}$$

$$d = 0,009688 \text{ metros}$$

$$d = 0,968829 \text{ centímetros}$$

$$d = 9,688286 \text{ milímetros}$$

$$\tau_{\max} = \frac{Q}{d * \pi * lb}$$



Figura 58. Fin del ensayo de adherencia, y registro del esfuerzo de adherencia a los 28 días, hormigón modificado.

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

2.5.16 MÓDULO DE ELASTICIDAD EN EL HORMIGÓN A LA TENSIÓN

El módulo de elasticidad en el hormigón a la tensión o módulo de rotura está cerca del 10 al 20% de la resistencia a compresión, en dependencia del tipo, dimensiones

y volumen del agregado grueso utilizado, sin embargo, la mejor correlación para los materiales específicos es obtenida mediante ensayos de laboratorio para los materiales dados y diseño de la mezcla.

Para obtener los valores de las deflexiones de vigas sometidas a flexión, se presentó un método experimental para evaluar el módulo de elasticidad del concreto a flexión, $y_{\max}$. La ecuación se obtiene de un prontuario de deflexión de viga simplemente apoyada con cargas puntuales simétricas de concreto, por no ser vigas reforzadas con acero, el valor de esfuerzo a tensión que provoca esas deflexiones son atribuidas al hormigón 100%, Borja W., Rea J. (2015).

$$\Delta = \frac{Pa}{24 EI} * (3L^2 - 4a^2)$$

$$E = \frac{Pa}{24 \Delta I} * (3L^2 - 4a^2)$$

Donde:

P= es la carga aplicada

L= es la longitud de la viga

I= inercia

a= distancia de la aplicación de las cargas puntuales simétricas

Procedimiento

- a) Se ubicaron las vigas en la maquina universal como lo indica en procesos anteriores.
- b) Se procedió a colocar el dial con la ayuda de la base imantada en la parte superior de la placa que permitió la toma de datos de deformación que se dan en la viga cada 1kN aproximadamente, tal como indica la figura 59.



Figura 59. Colocación del deformímetro

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

- c) La velocidad de ensayo fue de 0,05 kN/s.
- d) Se tomaron lecturas de la variación de la deflexión (Δ) de acuerdo al incremento de carga.
- e) La fuerza aplicada no excedió del 50% de la fuerza que soporta la viga, ya que podría producirse la rotura de la viga y estropear los instrumentos de medición, es decir, una fuerza de 15kN.



Figura 60. Cuantificación de la deformación en vigas.

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

CAPITULO III

III. RESULTADOS

Para alcanzar los objetivos impuestos en el presente proyecto de tesis se programó una secuencia de actividades basadas en pruebas experimentales llevadas a cabo en los laboratorios de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Dado que la implementación de fibras de neumáticos reciclados en el hormigón es una tecnología nueva y con poca exploración en el ámbito de la construcción, se elaboró un cronograma con procesos y pruebas para conocer el comportamiento del mismo, basando estos aspectos en estudios de otros autores que básicamente enfocaron sus investigaciones en determinar las propiedades mecánicas de este tipo de hormigón y que aportaron ideas al presente estudio como referencia para llegar a los fines impuestos.

La *Primera Etapa* basada principalmente en pruebas, consistió en seleccionar la dosificación que permitió alcanzar la resistencia especificada en el hormigón con fibra, ya que se conoció de antemano por referencias que esta propiedad disminuye al aumentar los porcentajes de fibra. Una vez establecida la mezcla que cumplió con las propiedades deseadas, tanto en consistencia como resistencia, se realizó una serie de probetas cilíndricas y prismáticas con porcentajes de 2, 3, 4, 5 y 6% para identificar el hormigón con fibra que mejor se comportó a Flexión y Compresión.

En la *Segunda Etapa* se realizaron probetas prismáticas de 15x15x60 cm de hormigón con fibra con sus respectivas probetas patrón (hormigón convencional) para realizar pruebas a flexión que permitieron posteriormente calcular el Módulo de Rotura. A continuación se ejecutaron pruebas de adherencia hormigón-acero, en probetas de 10x10x10 cm con barras de acero corrugadas y embebidas en el hormigón.

La *Tercera Etapa* correspondió a la propuesta de este estudio, que consistió en el diseño y elaboración de vigas simplemente armadas, para determinar de esta manera la influencia de la incorporación de fibras de neumáticos reciclados en la cuantía de acero de una viga de hormigón de resistencia $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Cabe recalcar que por cada grupo de probetas elaboradas con hormigón con fibras o también llamado hormigón modificado, se realizó otro grupo de probetas con hormigón convencional. Las probetas de los dos tipos de hormigones se fabricaron y curaron bajo las mismas condiciones ambientales y con la misma mano de obra, por el cual el análisis relativo del hormigón modificado vs., hormigón convencional fue válido.

La información obtenida se resume a continuación, y con más detalle se encuentra la tabulación de datos de los ensayos realizados en **ANEXO A**

3.1 ETAPA PRELIMINAR

En la etapa preliminar se definió el tipo de agregado, cemento y fibra que se utilizó para el diseño de la mezcla de hormigón. Los áridos fino y grueso seleccionados fueron extraídos de la Cantera Hnos. Castro Cerro Negro ubicada en el barrio San Martín de Veranillo de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, el cemento utilizado es el Cemento Chimborazo Portland Tipo IP. La fibra fue proveída por la empresa Facerquim S.A, ubicada en el parque industrial de la ciudad de Ambato, que cumplió con una longitud de 20 a 30 mm y un diámetro de 1 a 3 mm, este elastómero fue seleccionado por referencias de pruebas experimentales con hormigón modificado con fibras, realizadas en los laboratorios de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo.

3.2 PRIMERA ETAPA

En esta etapa se definió la dosificación que permitió lograr una resistencia a la compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en probetas cilíndricas de hormigón modificado y convencional de 15x30 cm. La dosificación seleccionada fue aplicada en todas las etapas del proyecto.

Posteriormente se elaboró probetas de hormigón modificado y convencional para ensayos de Compresión y Flexión. Se reemplazó el 2, 3, 4, 5 y 6 % del peso del árido fino por el peso equivalente en fibra de neumático. Los resultados de estas pruebas permitieron seleccionar un porcentaje de fibra que proporcionó una mejoría en la propiedad de flexión del hormigón, y que no comprometió la resistencia a la compresión establecida $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

3.2.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ÁRIDOS Y LA DENSIDAD DEL CEMENTO

Se resumen los resultados obtenidos en laboratorio para caracterizar los áridos de la Cantera Hnos. Castro Cerro Negro y para conocer la densidad del Cemento Chimborazo Portland Tipo IP. Se tomó como referencia los datos existentes de las características de estos materiales que son determinadas en prácticas de laboratorio por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Los informes de los ensayos de laboratorio se encuentran en ANEXO A. Densidad Saturada Superficialmente Seca agregado grueso y fino, Porcentaje de Absorción agregado grueso y fino, Densidad Óptima y Masa Unitaria Compactada agregado grueso y fino.

Tabla 29. *Propiedades de los Agregados de la Mina Hnos. Castro-Cerro Negro*

	DENSIDAD “SSS” (g/cm ³)	% DE ABSORCIÓN (g/cm ³)	DENSIDAD ÓPTIMA (g/cm ³)	M.U.C (g/cm ³)	DENSIDAD CEMENTO CHIMBORAZO (g/cm ³)
RIPIO TRITURADO	2.61	2.08	1.93*	1.56	2.90
POLVO DE PIEDRA	2.36	6.38		1.85	

*Con mezcla de Ripio 56% - Polvo 44%

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

3.2.2 DOSIFICACIONES PARA UN HORMIGÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Se realizó la dosificación de cuatro diseños, el primero fue de prueba elaborado a mano para un hormigón convencional y modificado con fibras, del cual no se llegó a la resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, además los resultados mostraron una disminución de la resistencia a la compresión en hormigones modificados con fibras de caucho, para los diseños 3 y 4 se corrigió el valor de la absorción del agregado

fino y se realizó correcciones por asentamiento teniendo como referencia los sucedido en el diseño 1, en el diseño 2 no se realizó la corrección por asentamiento, se elevó la cantidad de pasta de cemento partiendo del diseño 1 para llegar a la resistencia requerida y a su vez para que las fibras dispongan de mayor cantidad de pasta para adherirse. El diseño 3 se realizó con una densidad óptima de los agregados de $1,86 \text{ g/cm}^3$ para una mezcla de 64% de agregado grueso y 36% de agregado fino, y el diseño 4 se realizó con una densidad optima de $1,93 \text{ g/cm}^3$ para una mezcla de 56% de agregado grueso y 44% de agregado fino, la finalidad de aplicar diferentes alternativas en los diseños se debió a que ya se tuvo conocimiento previo de que la resistencia a la compresión disminuía con la aplicación de fibras de caucho, por lo tanto, se buscó predecir y evitar estas posibilidades: si la disminución se debía a la falta de adherencia entre el caucho y el cemento, por la incorporación de porcentajes de caucho elevados en la mezcla o la posible absorción de humedad en las fibras de caucho de neumático.

Previo al día de la elaboración de las probetas cilíndricas se ingresó al horno muestras del árido fino y grueso para conocer el porcentaje de humedad que contiene el material, esto se realizó 24 hrs. antes de la fundición, a la vez que se protegió con un plástico el depósito de los agregados para conservar el estado de muestra tomada hasta el día siguiente.

Los informes de los diseños realizados y el porcentaje de humedad de los materiales se muestran a continuación:

3.2.2.1 Diseño 1

Se realizó el primer diseño para un número de 6 probetas cilíndricas de 15 x 30 cm, con un peso de 8 kg por cilindro, una densidad óptima de 1,93 para una mezcla de 56% de agregado grueso y 44% de agregado fino, el porcentaje de humedad es de 2,39% y 0,37% para agregado grueso y fino respectivamente. Para el cálculo se utilizó las propiedades mecánicas de los agregados y del cemento de la **Tabla 30**.

Tabla 30. Diseño 1 de hormigón convencional de resistencia $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

TEMA:		ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE f'c = 210 kg/cm2.					
INFORME DEL DISEÑO DE LA PRIMERA DOSIFICACIÓN PARA HORMIGÓN CONVENCIONAL f'c= 210 kg/cm2							
Procedencia del material:	Cemento	Chimborazo			Fecha de elaboración	06/10/2015	
	Fino	Cerro Negro			N° de probetas de diseño	6	
	Grueso	Cerro Negro			N° de probetas a elaborar	14	
	FRN	Facerquim S.A			Probeta/dimensiones	CILINDROS / 15X30 cm	
DISEÑO DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN POR 1 SACO DE CEMENTO							
	Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua	Unidades	F. Neumático (kg)	%
Dosificación inicial al peso:	11,87	37,71	48,00	7,12	kg	0	0
	1,00	3,18	4,04	0,60	Ucemento		
Dosificación corregida por humedad:	11,87	35,58	48,15	9,11	kg	0	0
	1,00	3,00	4,06	0,77	Ucemento		
Dosificación corregida por asentamiento:	18,53	35,58	48,15	13,11	kg	0	0
	1,00	1,92	2,60	0,71	Ucemento		
Dosificación x 1 saco	50,00	95,99	129,88	35,35	kg	0	0
DISEÑO DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN POR EL NUMERO DE PROBETAS A ELABORAR							
La cantidad de material para:		14		CILINDROS DE		15X30 cm	es:
Dosificación para la cantidad total de probetas	Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua	Unidades	F. Neumático (kg)	%
	43,25	83,03	112,34	30,58	kg	0	0

Se elaboraron 6 probetas, 3 de hormigón convencional y 3 de hormigón modificado con la adición del 4% del peso del agregado fino. Estos cilindros se elaboraron como prueba para conocer a breves rasgos el comportamiento de un hormigón con fibra respecto a un hormigón convencional de resistencia $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

3.2.2.2 Diseño 2

El segundo diseño se realizó para un número de 6 probetas cilíndricas de 15 x 30 cm, con un peso de 7 kg por cilindro, una densidad óptima de 1,93 g/cm³, para una mezcla de 56% de agregado grueso y 44% de agregado fino, el porcentaje de humedad es de 0,30% y 3,76% para agregado grueso y fino respectivamente, Además se realizó una corrección del porcentaje de humedad del agregado fino con una valor de absorción de 4,07%, de igual manera para el diseño se utilizaron las propiedades mecánicas de los agregados y del cemento de la **Tabla 31**.

Tabla 31. Diseño 2 de hormigón convencional de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE f'c = 210 kg/cm2.							
TESIS:							
INFORME DEL DISEÑO DE LA PRIMERA DOSIFICACIÓN PARA HORMIGÓN CONVENCIONAL f'c= 210 kg/cm2							
Procedencia del material:	Cemento	Chimborazo			fecha de elaboración	05/10/2015	
	Fino	cantera cerro negro			n° de probetas de diseño	6	
	Grueso	cantera cerro negro			n° de probetas a elaborar	6	
	FRN	facerquim s.a			probeta/dimensiones	CILINDROS / 15X30 cm	
DISEÑO DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN POR 1 SACO DE CEMENTO							
	Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua	Unidades	F. Neumático (kg)	%
Dosificación inicial al peso:	18,75	33,00	42,00	11,25	kg	0	0
	1,00	1,76	2,24	0,60	Ucemento		
Dosificación corregida por humedad:	18,75	32,90	41,27	12,08	kg	0	0
	1,00	1,75	2,20	0,64	Ucemento		
Dosificación corregida por asentamiento:	18,75	32,90	41,27	12,08	kg	0	0
	1,00	1,75	2,20	0,64	Ucemento		
Dosificación x 1 saco	50,00	87,74	110,05	32,22	kg	0	0
DISEÑO DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN POR EL NUMERO DE PROBETAS A ELABORAR							
La cantidad de material para:		6		CILINDROS	De	15X30 cm es:	
Dosificación para la cantidad total de probetas	Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua	Unidades	F. Neumático (kg)	%
	18,75	32,90	41,27	12,08	kg	0	0

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

3.2.2.3 Diseño 3

El tercer diseño se realizó para un número de 6 probetas cilíndricas de 15 x 30 cm, con un peso de 7 kg por cilindro, una densidad óptima de 1,93 g/cm³, para una mezcla de 64% de agregado grueso y 36% de agregado fino, los porcentajes de absorción de los agregados fueron los mismos de la segunda dosificación, de igual manera para el diseño se utilizaron las propiedades mecánicas de los agregados y del cemento de la **Tabla 32**, exceptuando el porcentaje de absorción del agregado fino que es de 4,07%.

Tabla 32. Diseño 3 de hormigón convencional de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE f'c = 210 kg/cm2.							
INFORME DEL DISEÑO DE LA PRIMERA DOSIFICACIÓN PARA HORMIGÓN CONVENCIONAL f'c= 210 kg/cm2							
Procedencia del material:	Cemento	Chimborazo	fecha de elaboración		06/10/2015		
	Fino	Cerro negro	n° de probetas de diseño		6		
	Grueso	Cerro negro	n° de probetas a elaborar		6		
	FRN	Facerquim S.A	probeta/dimensiones		CILINDROS / 15X30 cm		
DISEÑO DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN POR 1 SACO DE CEMENTO							
	Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua	Unidades	F. Neumático (kg)	%
Dosificación inicial al peso:	10,29	23,63	42,00	6,17	kg	0	0
	1,00	2,30	4,08	0,60	Ucemento		
Dosificación corregida por humedad:	10,29	23,55	41,27	6,97	kg	0	0
	1,00	2,29	4,01	0,68	Ucemento		
Dosificación corregida por asentamiento:	15,29	23,55	41,27	9,97	kg	0	0
	1,00	1,54	2,70	0,65	Ucemento		
Dosificación x 1 saco	50,00	77,04	134,98	32,63	kg	0	0
DISEÑO DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN POR EL NUMERO DE PROBETAS A ELABORAR							
La cantidad de material para:		6	CILINDROS		De	15X30 cm	es:
Dosificación para la cantidad total de probetas	Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua	Unidades	F. Neumático (kg)	%
	15,29	23,55	41,27	9,97	kg	0	0

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

3.2.2.4 Diseño 4

En esta dosificación se utilizaron los mismos datos y especificaciones de la segunda mezcla, y además en este diseño se realizó una corrección por asentamiento.

Tabla 33. Diseño 4 de hormigón convencional de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE f'c = 210 kg/cm2.							
INFORME DEL DISEÑO DE LA PRIMERA DOSIFICACIÓN PARA HORMIGÓN CONVENCIONAL f'c= 210 kg/cm2							
Procedencia del material:	Cemento	Chimborazo			Fecha de elaboración	05/10/2015	
	Fino	Cerro negro			N° de probetas de diseño	6	
	Grueso	Cerro negro			N° de probetas a elaborar	6	
	FRN	Facerquim S.A			Probeta/dimensiones	CILINDROS / 15X30 cm	
DISEÑO DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN POR 1 SACO DE CEMENTO							
	Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua	Unidades	F. Neumático (kg)	%
Dosificación inicial al peso:	10,38	33,00	42,00	6,23	kg	0	0
	1,00	3,18	4,04	0,60	Ucemento		
Dosificación corregida por humedad:	10,38	32,90	41,27	7,06	kg	0	0
	1,00	3,17	3,97	0,68	Ucemento		
Dosificación corregida por asentamiento:	15,38	32,90	41,27	10,06	kg	0	0
	1,00	2,14	2,68	0,65	Ucemento		
Dosificación x 1 saco	50,00	106,93	134,12	32,70	kg	0	0
DISEÑO DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN POR EL NUMERO DE PROBETAS A ELABORAR							
La cantidad de material para:		6	CILINDROS	De	15X30 cm	es:	
Dosificacion para la cantidad total de probetas	Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua	Unidades	F. Neumático (kg)	%
	15,38	32,90	41,27	10,06	kg	0	0

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

3.2.3 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, 15X30 cm

Se realizaron los ensayos de resistencia de las probetas cilíndricas de hormigón convencional a los 7 y 28 días elaboradas con las dosificaciones mostradas en el apartado anterior. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 34. Resistencia a la compresión de los cilindros de hormigón convencional elaborados con diferentes dosificaciones.

DISEÑO 1			DISEÑO 2			DISEÑO 3			DISEÑO 4		
Nº	f'c (kg/cm²) 7 días	f'c (kg/cm²) 28 días	Nº	f'c (kg/cm²) 7 días	f'c (kg/cm²) 28 días	Nº	f'c (kg/cm²) 7 días	f'c (kg/cm²) 28 días	Nº	f'c (kg/cm²) 7 días	f'c (kg/cm²) 28 días
1	88,52	215,16	1	115,62	209,31	1	139,25	229,40	1	106,09	234,20
2	94,13		2	106,52	228,42	2	134,11	215,06	2	134,11	227,97
3			3		221,78	3			3		
4			4		229,37	4			4		
$\overline{x}$	91,325	215,16	$\overline{x}$	111,07	222,22	$\overline{x}$	136,68	222,23	$\overline{x}$	120,10	231,09

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

En el diseño de la Primera Dosificación se incluyeron tres probetas con fibras, adicionando el 4 % del peso del agregado fino, este fue el resultado de los ensayos de resistencia a la compresión:

N	f'_c (kg/cm ²) 28 días
1	176,23
2	185,61
3	161,76
$\bar{x}$	174,53

La siguiente tabla muestra la resistencia promedio que dieron los cilindros de hormigón convencional y modificado a edades de 7 y 28 días.

Tabla 35. Resumen de pruebas a compresión a los 7 y 28 días, para seleccionar la dosificación adecuada

MEZCLA	TIPO DE HORMIGÓN	DOSIFICACIÓN						Resistencia Promedio f'c (kg/cm²) a 7 días	Resistencia Promedio f'c (kg/cm²) a 28 días
		Cemento (kg)	A Fino (kg)	A Grueso (kg)	Agua (kg)	F N (kg)	%		
1 ^{era}	HC	18,53	35,58	48,14	13,11	-	-	91,325	215,16
1 ^{era}	HM	18,53	35,58	48,14	13,11	1,42	4	-	174,53
2 ^{era}	HC	18,75	32,90	41,27	12,08	-	-	111,07	222,22
3 ^{era}	HC	15,29	23,55	41,27	9,97	-	-	136,68	222,23
4 ^{era}	HC	15,38	32,90	41,27	10,06	-	-	120,10	231,09

HC: Hormigón Convencional; **HM:** Hormigón Modificado

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

3.2.4 DOSIFICACIÓN SELECCIONADA

El diseño 3 presentó la resistencia más alta de los 3 diseños restantes a los 7 días y a los 28 días cumplió con la resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, se pensó en garantizar en primera instancia la resistencia a la compresión del hormigón deseada, por lo tanto se seleccionó este diseño.

La dosificación final fue diseñada para elaborar 14 cilindros, que es el equivalente a 6 cilindros y 3 vigas. Por cada porcentaje de fibra se elaboró esta cantidad de probetas, al igual que el grupo de probetas del hormigón patrón.

En la presente etapa se consideró una densidad óptima de $1,84 \text{ g/cm}^3$, que corresponde a una mezcla de 64% de agregado grueso y 36% de agregado fino, y porcentajes de humedad de 0,30% y 4,28 en agregado grueso y fino

respectivamente, un peso de 7 kg por cilindro. Las propiedades del agregado se mantuvieron con los datos de la Tabla 36. La dosificación propuesta con estas características se muestra a continuación:

Tabla 36. Dosificación seleccionada para la Primera y Segunda Etapa

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO							
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.							
INFORME DEL DISEÑO DE LA PRIMERA DOSIFICACIÓN PARA HORMIGÓN CONVENCIONAL $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$							
Procedencia del material:	Cemento	Chimborazo			Fecha de elaboración	05/10/2015	
	Fino	Cerro negro			N° de probetas de diseño	6	
	Grueso	Cerro negro			N° de probetas a elaborar	14	
	FRN	Facerquim S.A			Probeta/dimensiones	CILINDROS / 15X30 cm	
DISEÑO DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN POR 1 SACO DE CEMENTO							
	Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua	Unidades	F. Neumático (kg)	%
Dosificación inicial al peso:	10,29	23,63	42,00	6,17	kg	0	0
	1,00	2,30	4,08	0,60	Ucemento		
Dosificación corregida por humedad:	10,29	23,55	41,27	6,97	kg	0	0
	1,00	2,29	4,01	0,68	Ucemento		
Dosificación corregida por asentamiento:	15,29	23,55	41,27	9,97	kg	0	0
	1,00	1,54	2,70	0,65	Ucemento		
Dosificación x 1 saco	50,00	77,04	134,98	32,63	kg	0	0
DISEÑO DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN POR EL NUMERO DE PROBETAS A ELABORAR							
La cantidad de material para:		14	CILINDROS	De	15X30 cm	es:	
Dosificación para la cantidad total de probetas	Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua	Unidades	F. Neumático (kg)	%
	35,67	55,24	96,29	23,00	kg	0	0

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

La dosificación en unidad de cemento seleccionada es:

<u>CEMENTO</u>	<u>A. FINO</u>	<u>A. GRUESO</u>	<u>AGUA</u>
1	1,54	2,70	0,65

Las proporciones para elaborar la mezcla de hormigón con los porcentajes de fibra fueron las mismas del hormigón convencional, únicamente se reemplazó un porcentaje del árido fino para reemplazar su peso por fibra de neumático, en la siguiente tabla se muestra como quedaron establecidas las dosificaciones.

Tabla 37. Resumen de pruebas a probetas cilíndricas para la selección del porcentaje de fibra óptima (Ensayo de Resistencia a Compresión)

TIPO DE HORMIGÓN	DOSIFICACIÓN					
	Cemento (kg)	A Fino (kg)	A Grueso (kg)	Agua (kg)	F N (kg)	%
HC	35,67	55,24	96,29	23,00	0	0
HM-2%	35,67	54,13	96,29	23,00	1,10	2
HM-3%	35,67	53,58	96,29	23,00	1,66	3
HM-4%	35,67	53,02	96,29	23,00	2,21	4
HM-5%	35,67	52,47	96,29	23,00	2,76	5
HM-6%	35,67	51,92	96,29	23,00	3,31	6

HC: Hormigón Convencional; **HM:** Hormigón Modificado

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

3.2.5 ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y DE FLEXIÓN PARA UN HORMIGÓN MODIFICADO CON 2, 3, 4, 5 Y 6 % DE FIBRA DE NEUMÁTICO

Los cilindros y las vigas se ensayaron a los 28 días, ya que se conoce de antemano por ensayos hechos anteriormente en la etapa preliminar que la dosificación establecida cumplió con la resistencia requerida para este estudio.

Cada grupo de cilindros de hormigón modificado con sus respectivos porcentajes de fibra les corresponden probetas con un hormigón patrón convencional.

3.2.5.1 Resultados de ensayos de resistencia a la compresión de cilindros de hormigón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de 15x30 cm

Tabla 38. Pruebas de resistencia a probetas cilíndricas con FRN 0%, FRN 2% y FRN 3% para la selección del porcentaje de fibra.

N° de probetas	Hormigón Convencional	Hormigón Modificado FRN 2%	Hormigón Modificado FRN 3%
	Resistencia a la compresión (kg/cm^2)		
1	320,91	245,73	288,67
2	299,77	256,58	256,02
3	298,80	238,62	252,95
4	305,55	240,78	279,58
5	301,45	257,80	269,32
6	309,92	242,13	266,61
$\bar{x}$	307,07	246,94	268,86

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

Tabla 39. Pruebas de resistencia a probetas cilíndricas con FRN 0%, FRN 4% y FRN 5% para la selección del porcentaje de fibra óptimo.

N° de probetas	Hormigón Convencional	Hormigón Modificado FRN 4%	Hormigón Modificado FRN 5%
	Resistencia a la compresión (kg/cm^2)		
1	304,87	231,74	219,04
2	303,30	263,80	212,59
3	300,24	286,52	209,05
4	292,37	261,02	234,93
5	303,99	245,98	228,40
6	319,84	224,88	206,34
$\bar{x}$	304,10	252,32	218,39

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

Tabla 40. Pruebas de resistencia a probetas cilíndricas con FRN 0% y FRN 6% para la selección del porcentaje de fibra óptimo.

N° de probetas	Hormigón Convencional	Hormigón Modificado FRN 6%
	Módulo de Rotura (kg/cm ²)	
1	309,30	216,99
2	301,48	200,13
3	294,70	233,74
4	285,12	248,63
5	335,54	196,74
6	312,09	248,63
$\bar{x}$	306,37	220,60

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

Tabla 41. Resumen de pruebas de resistencia a probetas cilíndricas con todos los porcentajes de fibra para la selección del porcentaje de fibra óptimo.

TIPO DE HORMIGÓN	DESCRIPCIÓN	Resistencia Promedio f'c (kg/cm ²)
HC	Hormigón sin fibrilla	307,07
HM-2%	Hormigón con el 2% del peso del agregado fino sustituido por fibrillas de neumático reciclado.	246,94
HM-3%	Hormigón con el 3% del peso del agregado fino sustituido por fibrillas de neumático reciclado.	268,86
HC	Hormigón sin fibrilla	304,10
HM-4%	Hormigón con el 4% del peso del agregado fino sustituido por fibrillas de neumático reciclado.	252,32
HM-5%	Hormigón con el 5% del peso del agregado fino sustituido por fibrillas de neumático reciclado.	218,39
HC	Hormigón sin fibrilla	306,37
HM-6%	Hormigón con el 6% del peso del agregado fino sustituido por fibrillas de neumático reciclado.	220,60

HC: Hormigón Convencional; **HM:** Hormigón Modificado

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

3.2.5.2 Resultados de ensayos a flexión en vigas de hormigón $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de 15x15x60 cm

Tabla 42. Pruebas a flexión de vigas con FRN 0%, FRN 2% y FRN 3% para la selección del porcentaje de fibra óptima

N° de probetas	Hormigón Convencional	Hormigón Modificado FRN 2%	Hormigón Modificado FRN 3%
	Módulo de Rotura (MPa)		
1	2,956	3,677	3,823
2	2,222	3,179	4,006
3	3,303	3,298	3,143
$\bar{x}$	2,83	3,38	3,66

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

Tabla 43. Pruebas a flexión de vigas con FRN 0%, FRN 4% y FRN 5% para la selección del porcentaje de fibra óptima.

N° de probetas	Hormigón Convencional	Hormigón Modificado FRN 4%	Hormigón Modificado FRN 5%
	Módulo de Rotura (MPa)		
1	3,262	3,642	3,981
2	3,211	4,246	3,458
3	2,865	3,928	3,836
$\bar{x}$	3,11	3,94	3,76

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

Tabla 44. Pruebas a flexión de vigas con FRN 0% y FRN 6% para la selección del porcentaje de fibra óptima.

N° de probetas	Hormigón Convencional	Hormigón Modificado FRN 6%
	Módulo de Rotura (MPa)	
1	3,411	3,222
2	3,629	3,216
3	3,942	3,726
$\bar{x}$	3,66	3,39

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

Tabla 45. Resumen de pruebas a flexión de vigas con todos los porcentajes de fibra para la selección del porcentaje de fibra óptima.

TIPO DE HORMIGÓN	DESCRIPCIÓN	Módulo de Rotura (MPa)
HC	Hormigón sin fibrilla	2,83
HM-2%	Hormigón con el 2% del peso del agregado fino sustituido por fibrillas de neumático reciclado.	3,38
HM-3%	Hormigón con el 3% del peso del agregado fino sustituido por fibrillas de neumático reciclado.	3,66
HC	Hormigón sin fibrilla	3,11
HM-4%	Hormigón con el 4% del peso del agregado fino sustituido por fibrillas de neumático reciclado.	3,94
HM-5%	Hormigón con el 5% del peso del agregado fino sustituido por fibrillas de neumático reciclado.	3,76
HC	Hormigón sin fibrilla	3,66
HM-6%	Hormigón con el 6% del peso del agregado fino sustituido por fibrillas de neumático reciclado.	3,39

HC: Hormigón Convencional; **HM:** Hormigón Modificado

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

3.2.6 DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS DATOS A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN

Tabla 46. Desviación Estándar de los grupos de probetas comparables de cilindros y vigas.

PORCENTAJE DE FIBRA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE ENSAYOS A COMPRESIÓN	DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE ENSAYOS A FLEXIÓN
HC	8,36	5,63
HM-2%	8,28	4,68
HM-3%	13,64	8,62
HC	8,26	1,98
HM-4%	22,78	3,08
HM-5%	11,32	2,76
HC	17,34	2,73
HM-6%	20,03	2,99

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

3.2.7 DENSIDAD DEL HORMIGÓN MODIFICADO

Tabla 47. Densidad promedio del hormigón convencional y modificado a los 28 días.

PORCENTAJE DE FIBRA	DENSIDAD PROMEDIO g/cm ³
HC	2,32
HM-2%	2,31
HM-3%	2,28
HC	2,31
HM-4%	2,27
HM-5%	2,27
HC	2,30
HM-6%	2,27

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

3.3 SEGUNDA ETAPA

Esta etapa corresponde a la determinación de capacidad a flexión del hormigón modificado con fibras de neumático, enfocándose únicamente en el hormigón con el porcentaje de fibra óptimo. También se realizaron ensayos de adherencia hormigón-acero.

3.3.1 DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DEL MÓDULO DE ROTURA SEGUNDA ETAPA

El módulo de rotura se determinó en función de donde se produjo la falla al momento de realizar el ensayo a flexión en la viga, es decir, si la falla se produjo dentro del tercio medio de la luz libre se aplicó la Ec. 1, si se produjo fuera del tercio medio de la luz libre se aplicó la Ec. 2, explicadas en el capítulo II (metodología).

Sabiendo que en los ensayos realizados, la falla se produjo dentro del tercio medio de la luz libre, se tomó en cuenta para el cálculo del módulo de rotura la Ec. 1, para lo cual la fórmula se aplicó a los valores obtenidos de Módulo de Rotura de manera experimental tanto con el hormigón convencional y modificado, se demostró la obtención de este analizando la carga promedio para vigas modificadas con FRN y sin FRN.

Las figuras de los ensayos realizados en la segunda etapa se muestran en el **ANEXO F**.

Tabla 48. Dosificación final de la segunda etapa por unidad de cemento.

MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA		
DOSIFICACIÓN FINAL DE LA SEGUNDA ETAPA POR UNIDAD DE CEMENTO		
	HORMIGÓN. CONVENCIONAL	HORMIGÓN. MODIFICADO
RELACIÓN A/C	0.65	0.65
CEMENTO	1.00	1.00
AGUA	0,65	0,65
ÁRIDO FINO	1.54	1.54
ÁRIDO GRUESO	2.70	2.59
FRN	0.00	0.11
ASENTAMIENTO (CM)	4.50	6.30

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

3.3.2 DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DEL MÓDULO DE ROTURA A LOS 7 Y 28 DÍAS

El módulo de rotura a los 7 días de edad del hormigón convencional respecto al hormigón modificado se denotó una ligera diferencia de resistencia sobre el 10% entre hormigones.

A los 28 días el módulo de rotura se mostró en igualdad del 100% entre los dos tipos de hormigón, convencional y modificado.

Tabla 49. Resultados de ensayos a flexión del hormigón convencional a 7 y 28 días de edad (Módulo de Rotura)

Nº Viga	Edad con Curado (días)	Módulo de Rotura del HC sin FRN (kg/cm²)	Módulo de Rotura del HM con FRN (kg/cm²)
1	7	27.53	27.37
2		29.29	27.96
3		32.62	28.13
4			31.44
PROMEDIO		29.81	28.72
		100%	96%
1	28	28.70	25.23
2		30.50	30.02
3		30.74	30.36
4		31.66	30.39
5		32.11	30.45
6		32.81	30.48
7			31.22
8			31.27
9			31.83
10			32.69
11			33.70
12			33.83
13			34.67
PROMEDIO		31.09	31.24
		100%	100%

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

3.4 DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD MÉTODO DE FLEXIÓN EN VIGA

Para obtener el valor del módulo de elasticidad, se aplicó una velocidad de ensayo en vigas de 0.05 kN/s, reduciendo su velocidad por motivo de ensayo, el módulo de elasticidad no debe llegar a la rotura razón por la cual la carga aplicada fue del 50%

de la carga de rotura, es decir; 15 kN, para la realización de todos los ensayos para determinar el módulo de elasticidad y por preservación del deformímetro.

Tabla 50. Resultados del módulo de elasticidad en vigas de hormigón convencional y vigas con hormigón modificado con FRN con el 4%.

Nº Viga	Edad con Curado (días)	Módulo de Rotura del HC sin FRN (kg/cm²)	E (TRAMO) kg/cm²	Módulo de Rotura del HM con FRN (kg/cm²)	E (TRAMO) kg/cm²
1	28	18.71	29154.52	19.57	15698.59
2		18.43	14577.26	20.50	20408.16
3		20.59	29154.52	19.57	20408.16
4		18.96	25510.20	20.23	25510.20
5		19.22	14577.26	20.14	22675.74
6		18.31	34013.61	20.10	14577.26
7				20.46	34013.61
8				20.68	22675.74
9				20.68	13605.44
10				21.25	25510.20
11				19.92	20408.16
12				19.09	68027.21
13				19.79	18552.88
PROMEDIO		19.04	24497.89	20.15	24774.72
		100%	100%	106%	101%

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

A más de calcular el módulo de rotura del hormigón con FRN y sin FRN a los 28 días de edad, se realizó el cálculo del módulo de elasticidad para cada tramo (E tramo), que es el equivalente a la pendiente de la recta que se forma, aplicando carga progresivamente hasta llegar a los 15kN para cada una de las vigas.

3.5 DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DEL ESFUERZO A COMPRESIÓN EN CILINDROS DE HORMIGÓN

Los cilindros a compresión para la segunda etapa se hicieron cambios del reemplazo del agregado grueso por la FRN en el 4%, ensayada a los 28 días de edad.

Tabla 51. Resultados de la resistencia a la compresión en cilindros de hormigón convencional y vigas con hormigón modificado con FRN con el 4%.

N° Cilindro	Edad con Curado (días)	Resistencia a la Compresión del HC sin FRN (kg/cm²)	Resistencia a la Compresión del HM con FRN (kg/cm²)
1	28	314.46	246.58
2		314.47	258.08
3		302.12	258.99
4		292.52	262.33
5		254.62	257.30
<i>PROMEDIO</i>		295.64	256.66
		100%	87%

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

3.6 DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA EN PROBETAS PRISMÁTICAS (CUBOS)

La tensión máxima de adherencia se realizó en cubos de 100 x 100 mm con una longitud de adherencia de 5 veces su diámetro es decir $10 \times 5 = 50$ mm, en el ensayo realizado se apreció un incremento del 164% de la tensión máxima de adherencia en el hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumático a los 28 días de edad.

Tabla 52. Resultados de la tensión máxima de adherencia en cubos de hormigón convencional y cubos con hormigón modificado con FRN con el 4%.

N° Cubo	Edad con Curado (días)	Tensión Máxima de Adherencia del HC sin FRN (kg/cm²)	Tensión Máxima de Adherencia del HM con FRN (kg/cm²)	
1	28	67.55	192.09	
2		59.55	129.04	
3		56.36	196.53	
4		81.63	191.42	
5		57.48	188.83	
6		66.60	197.42	
7			154.33	
8				182.61
9				150.65
10				198.58
11				174.71
12				181.08
13				180.88
14				185.56
15				139.35
16				142.76
17				125.10
18				170.37
PROMEDIO		64.86	171.18	
		100%	264%	

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

CAPITULO IV

IV. DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó con el empleo de agregado fino y agregado grueso, procedente de la cantera de cerro negro, por ser tipo andesita que es roca volcánica caracterizada normalmente por una textura hipocristalina de alta resistencia, y por el abastecimiento constante del material, Miranda C., Sáez T. (2015)

Antes de realizar la dosificación para obtener el hormigón con motivo de estudio, se empezó con la recopilación y revisión de información existente, sobre las propiedades mecánicas del material de la cantera cerro negro, también se trabajó con cemento Chimborazo que produce la ciudad de Riobamba, agua de la red pública y fibrillas recicladas de neumáticos suministrados por FACERQUIM empresa ambateña que aseguró el abastecimiento constante del material.

Se partió de la información obtenida en el laboratorio y en los estudios previos realizados se procedió a realizar la dosificación del hormigón hasta llegar a la resistencia especificada. Mediante la rotura de cilindros a compresión a los 7 y 28 días de edad en la primera etapa y 28 días de edad segunda etapa, también se ensayaron en vigas estándar a los 7 días de edad en la primera etapa y 7 y 28 días de edad en la segunda etapa, también ensayos en cubos de hormigón para conocer experimentalmente la tensión máxima de adherencia, se realizó tanto en el hormigón convencional como en el hormigón modificado con FRN con el 4% todos los ensayos.

4.1 ANÁLISIS, COMPARACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LA ETAPA PRELIMINAR

Los resultados que se generaron en la etapa preliminar corresponden al diseño de mezclas de hormigón y a la realización de pruebas de un grupo de probetas para determinar el comportamiento de un hormigón modificado con fibras de neumático a compresión y principalmente a flexión.

4.1.1 DISEÑO DE LAS MEZCLAS DE HORMIGÓN Y ELECCIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DEFINITIVA

Inicialmente se realizó el primer diseño para tres probetas de hormigón convencional (DISEÑO 1 HC) y tres de hormigón modificado (DISEÑO 1 HM) con la adición del 4% de fibra equivalente al 4% del peso del agregado fino. Las probetas de hormigón convencional llegaron a resistencia promedio de 215,16 kg/cm², mientras que el mismo hormigón con una adición del 4% de fibra presentó una disminución de su resistencia alcanzando apenas un 81,12 % de la resistencia del hormigón convencional a los 28 días, registrando un valor de 174,53 kg/cm², **Figura 62**.

A la edad de 7 días se esperó un 65% de la resistencia requerida, las probetas del DISEÑO 3 HC cumplieron este porcentaje, alcanzando un 65,09% de la resistencia esperada. Esta dosificación corresponde a una densidad óptima de 1,83 g/cm³ para una mezcla de agregados de 64% y 36% de grueso y fino respectivamente, la **Figura 61.**, muestra que este diseño se comportó mejor que los restantes a una edad temprana.

Las dosificaciones DISEÑO 1 HC, DISEÑO 2 HC, DISEÑO 4 HC, llegaron a resistencias de 43.50%, 52.90% y 57,20%, a los 7 días. Estas dosificaciones se diseñaron con una mezcla de 56% de agregado grueso y 44% de agregado fino obteniendo una densidad de 1,98 g/cm³.

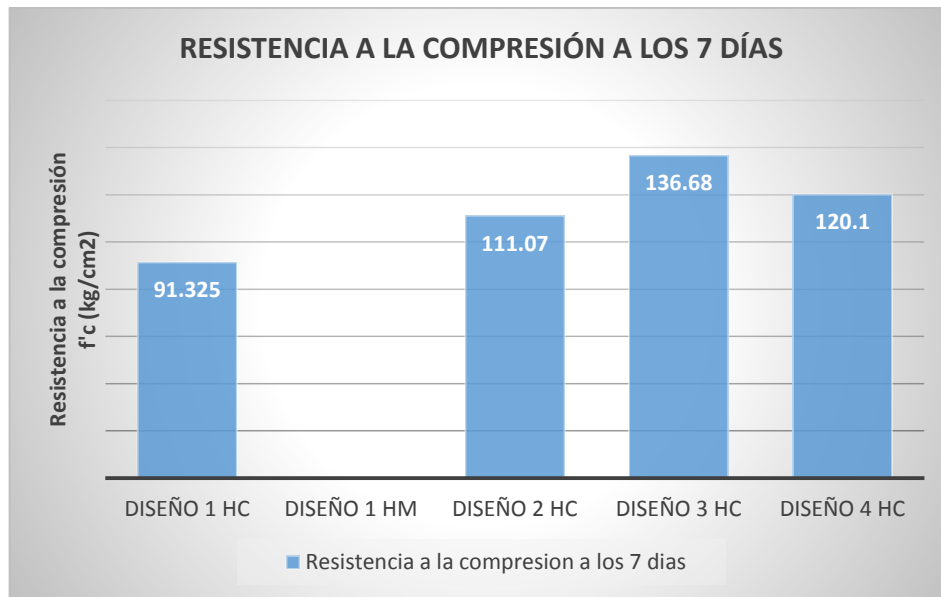


Figura 61. Resistencia a la compresión de cada diseño a los 7 días.

HC: Hormigón Convencional; **HM:** Hormigón Modificado

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

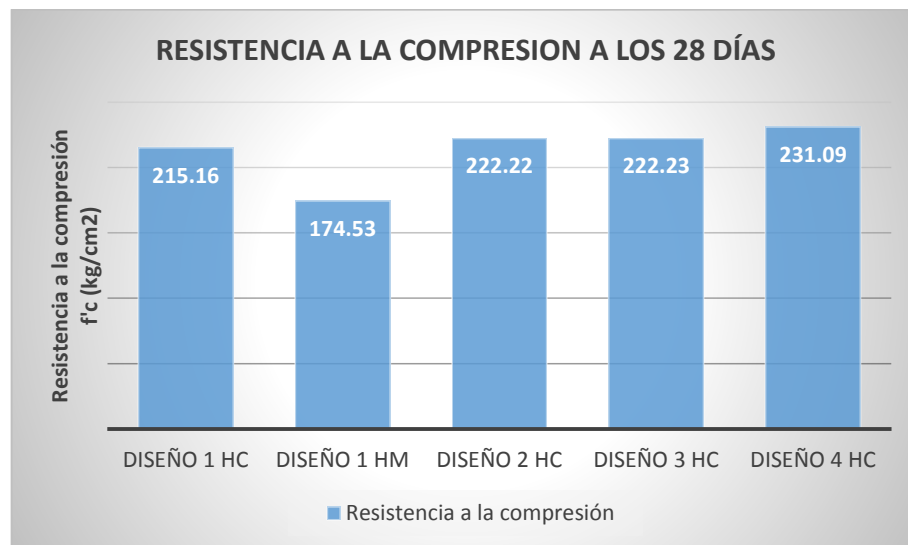


Figura 62. Resistencia a la compresión de cada diseño a los 28 días,

HC: Hormigón Convencional; **HM:** Hormigón Modificado

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

Los resultados insatisfactorios que presentó el primer diseño de hormigón (DISEÑO 1 HM) con incorporación de fibras de caucho, conllevaron al diseño

de nuevas dosificaciones que permitieron mejorar la propiedad de compresión del mismo. Por lo tanto, se realizó el diseño de tres mezclas de hormigón convencional, mejorando las proporciones de los agregados para que las fibras de caucho tengan un porcentaje considerable de adherencia a la pasta de cemento, ya que por simple observación y por referencias bibliográficas se conocía que existe una carencia de adherencia entre el caucho y el cemento cuando el porcentaje de fibra de caucho aplicado no es adecuado, se consideró que esta es una posible causa para la baja resistencia a compresión del hormigón modificado.

Las fibrillas empleadas en la presente investigación fueron alargadas de 20 a 30 mm de longitud y de 1 a 3 mm de diámetro, formando así un reforzamiento en la formación de una falla frágil evitó el desprendimiento de las partes del mismo después de aplicar cargas de compresión.

4.2 ANÁLISIS, COMPARACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LA PRIMERA ETAPA

En esta etapa se realizó una comparación entre el hormigón convencional y el hormigón modificado, para conocer y definir el comportamiento de este último en lo que respecta a sus principales propiedades como: la trabajabilidad o consistencia del hormigón fresco, resistencia a la compresión y flexión, del hormigón endurecido.

4.2.1 COMPORTAMIENTO DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN 0, 2, 3, 4, 5 Y 6% A LA COMPRESIÓN

Durante la ejecución de esta etapa se observó el comportamiento del hormigón modificado tanto en su elaboración como en el laboratorio mediante aplicación de cargas. A simple vista el hormigón con fibras en estado fresco no presentó problemas de trabajabilidad, al contrario se volvió bastante manejable y se escurrió más que un hormigón convencional. Durante el vertido del hormigón en

los moldes se apreció que la mezcla se infla y actúa como una masa de hule, que al aplastarla regresa a su posición original, a medida que el porcentaje de fibra aumenta es más notorio este comportamiento de la mezcla.

En el laboratorio también se observaron características físicas del hormigón endurecido, por ejemplo al someter una probeta de hormigón modificado a cargas de compresión, esta llega a la falla sin desmoronarse, sus pedazos no se separaron, ya que quedaron adheridos por las fibras. Para desprender la probeta fallada se necesitó aplicar una fuerza adicional con las manos.

4.2.1.1 Análisis de los ensayos a compresión de cilindros (15x30cm) de hormigón de resistencia $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

El porcentaje de fibra aplicado al hormigón convencional corresponde al reemplazo del 2 y 3 % del material fino por el mismo peso en fibra de neumático.

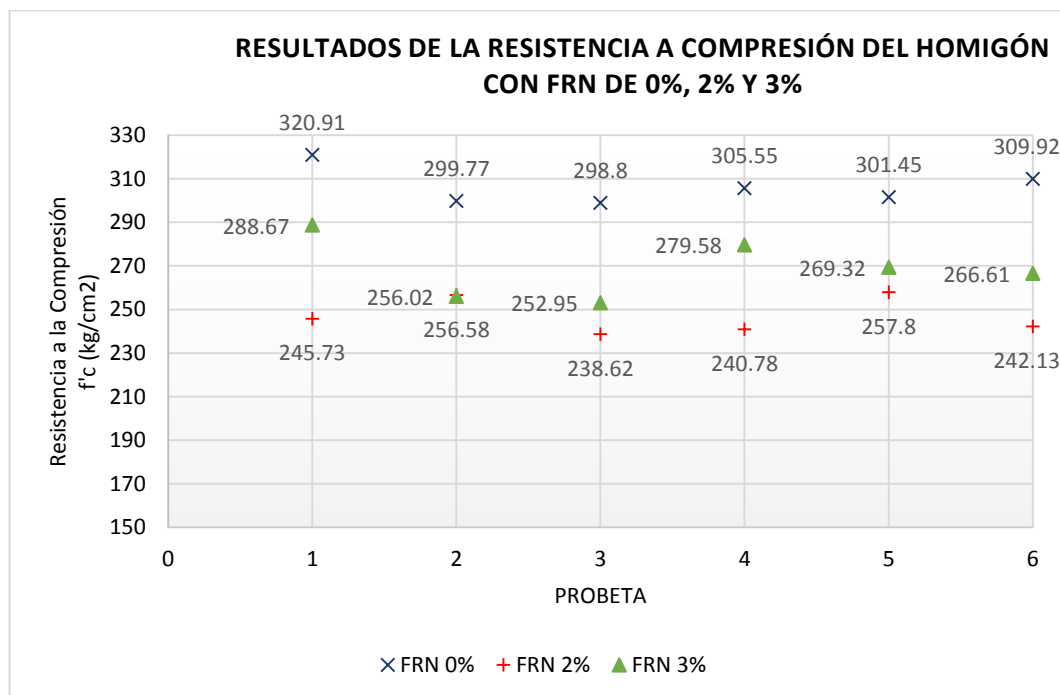


Figura 63. Ensayos de resistencia a la compresión para un hormigón con FRN 0%, FRN 2% y FRN 3%

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

En la **Figura 63** se hace una comparación entre el hormigón convencional y el hormigón modificado de acuerdo a la resistencia a la compresión registrada en cada probeta. Como ya se preveía, la adición de fibras afectó la propiedad de resistencia a la compresión del hormigón, a pesar de esta desventaja la figura 63 indica que hay dos picos importantes en la serie FRN 3% (Hormigón con 3% de fibra), el primero con una resistencia de 288,67 kg/cm² y el segundo con 279,58 kg/cm², estos valores alcanzaron el 89,95% y 87,12% de la resistencia del punto más alto de la serie FRN 0% (Hormigón Convencional) respectivamente y el 96,61% y 93,57% del punto más bajo de la misma serie.

Además se observa que hay más dispersión entre los datos del hormigón modificado con FRN 3% que los datos del hormigón convencional e incluso son más variables que la dispersión que existe entre datos con FRN 2%, esto nos indica que el control de calidad en la elaboración de hormigón con fibra no puede realizarse del mismo modo que se hace con un hormigón convencional y que se puede llegar a resistencias considerables con el hormigón modificado.

La serie FRN 2%, está muy por debajo de la resistencia que alcanza el hormigón patrón, por lo tanto se descarta.

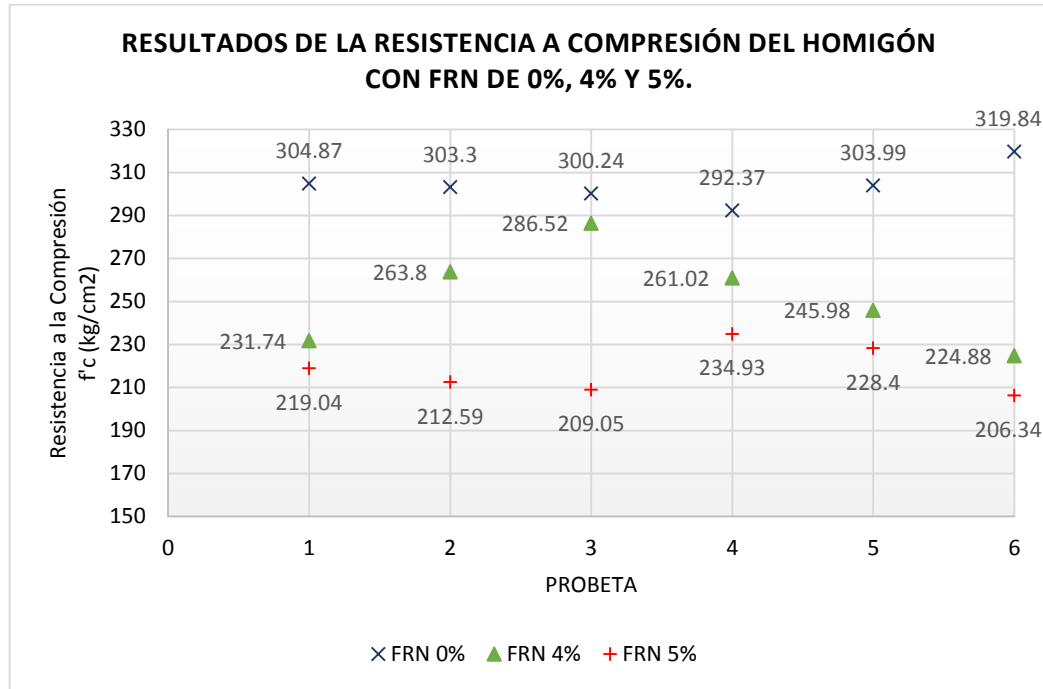


Figura 64. Ensayos de resistencia a la compresión para un hormigón con FRN 0%, FRN 3% y FRN 4%

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

La **Figura 64** corresponde a un hormigón modificado con 4 y 5 % de fibra reemplazado en el agregado fino. Inicialmente se destaca en la figura la dispersión que existe entre datos en el hormigón modificado, opuesto a la dispersión de datos del hormigón convencional, que muestra más estabilidad en los resultados arrojados. Luego se observa un pico importante en la serie FRN 4% correspondiente a 286,52 kg/cm², siendo este valor el 94,21% de la resistencia promedio (304,10 kg/cm²) de los datos de resistencia a la compresión del hormigón convencional.

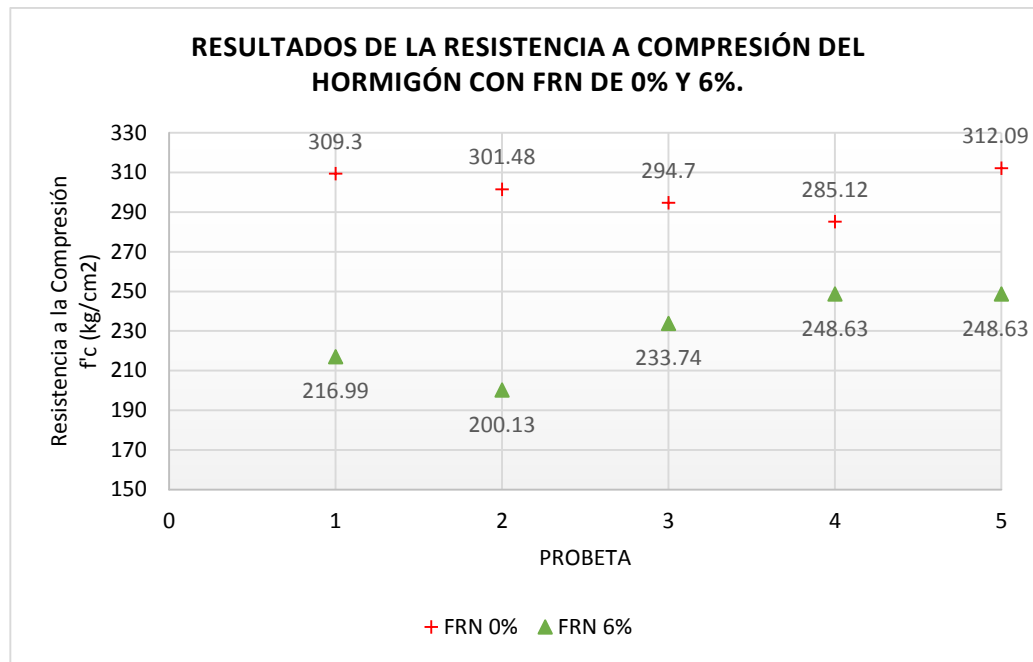


Figura 65. Ensayos de resistencia a la compresión para hormigón con FRN 0% y FRN 6%

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

La **Figura 65** muestra los datos de resistencia del hormigón modificado con 6% de fibra alejados de los datos del hormigón convencional, el pico más alto de la serie FRN 6% es 248,63 kg/cm² y alcanza el 81,15 % de la resistencia promedio del hormigón patrón FRN 0% que es 306,37 kg/cm².

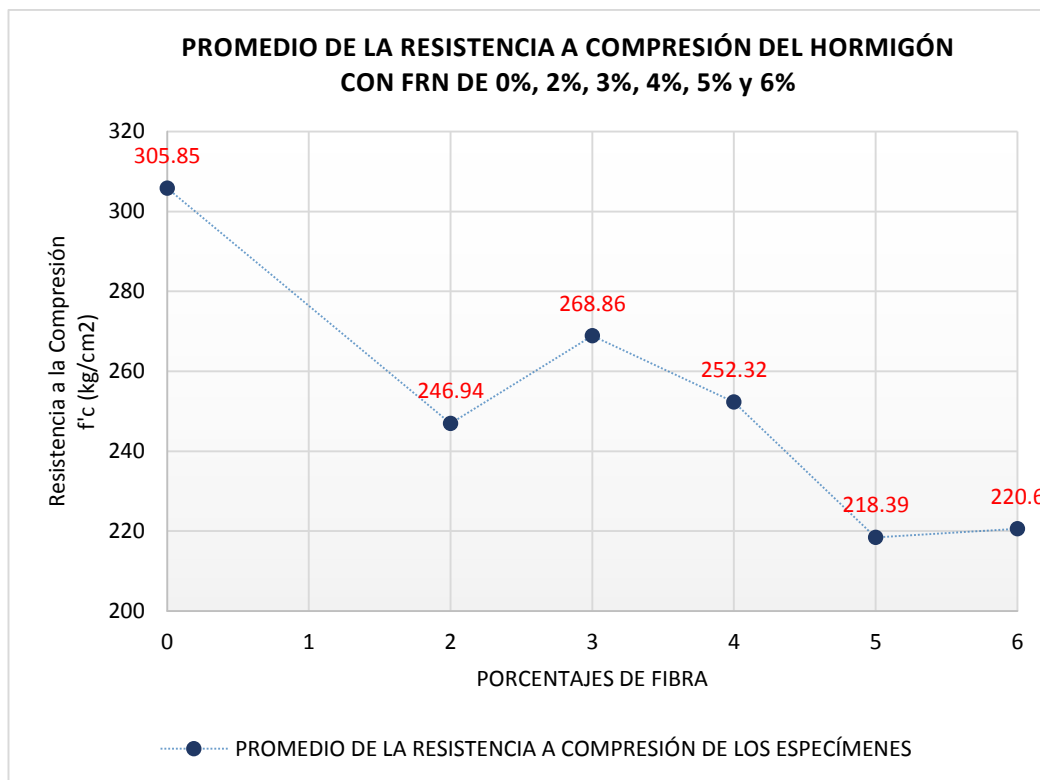


Figura 66. Curva de ensayos de resistencia a la compresión del hormigón con FRN 0%, FRN 2%, FRN 3%, FRN 4%, FRN 5% Y FRN 6%.

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

En la **Figura 66** están representadas las resistencias a la compresión promedio del hormigón modificado por cada porcentaje de fibra, cabe destacar que la resistencia a la compresión no es proporcional al aumentar o disminuir porcentajes de fibra. Del 2% al 3% aumenta su resistencia al aumentar la cantidad de fibra, de ese punto hasta el 5% de fibra baja considerablemente la curva, y nuevamente tiende a subir al aumentar el porcentaje a 6 % de fibra.

4.2.2 COMPORTAMIENTO DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN 0, 2, 3, 4, 5 Y 6% A LA FLEXIÓN

De manera general, para los porcentajes fibra de 2 a 5%, se registró una mejoría en el comportamiento a flexión del hormigón modificado en comparación con el hormigón convencional. El hormigón con 6 % de fibra presentó resultados desfavorables ante las cargas de flexión.

4.2.2.1 Análisis de los ensayos a flexión en vigas (15x15x60cm) de hormigón de resistencia $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Los mejores resultados a flexión corresponden al hormigón modificado con FRN 3%, comparado con un hormigón convencional y otro modificado con FRN 2%.

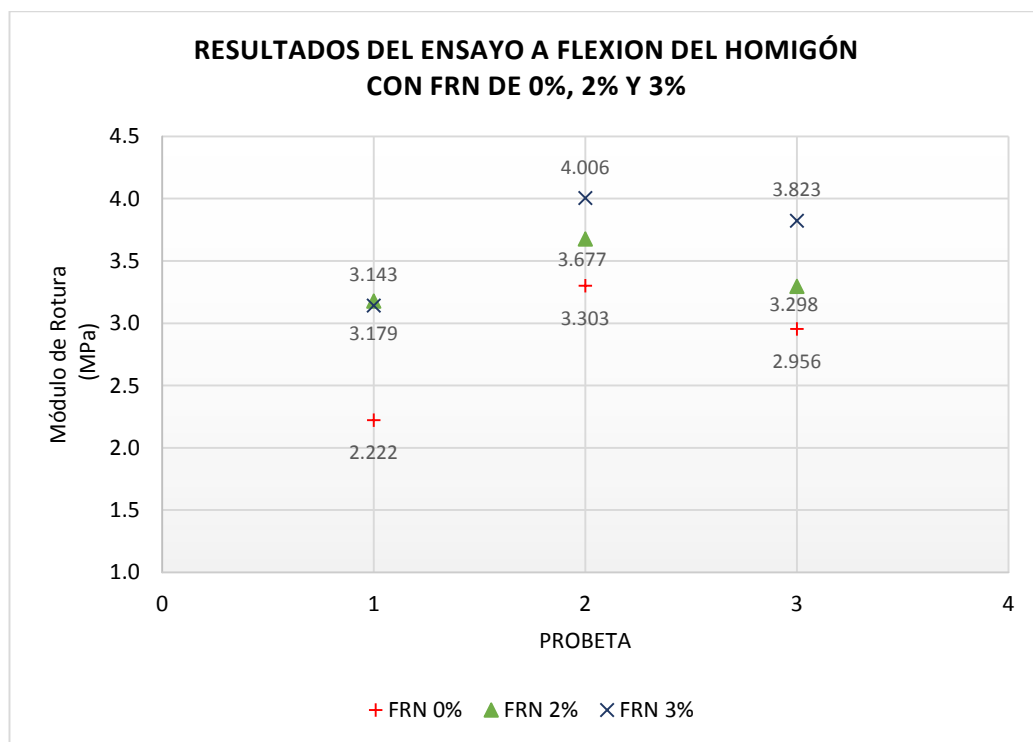


Figura 67. Ensayos a flexión para un hormigón con FRN 0%, FRN 2% y FRN 3%

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

La **Figura 67** muestra como la resistencia a la rotura del hormigón convencional es considerablemente menor a las resistencias del hormigón modificado con FRN 2% y FRN 3%. Los resultados se dan de esta manera porque las fibras actúan como una malla en la matriz de las probetas de concreto permitiéndoles llegar a la rotura con la aplicación de una carga más alta de lo que resiste una viga de hormigón convencional.

En este cuadro se ve un comportamiento similar a los datos anteriores, el hormigón modificado superó al hormigón convencional en los ensayos a flexión en vigas.

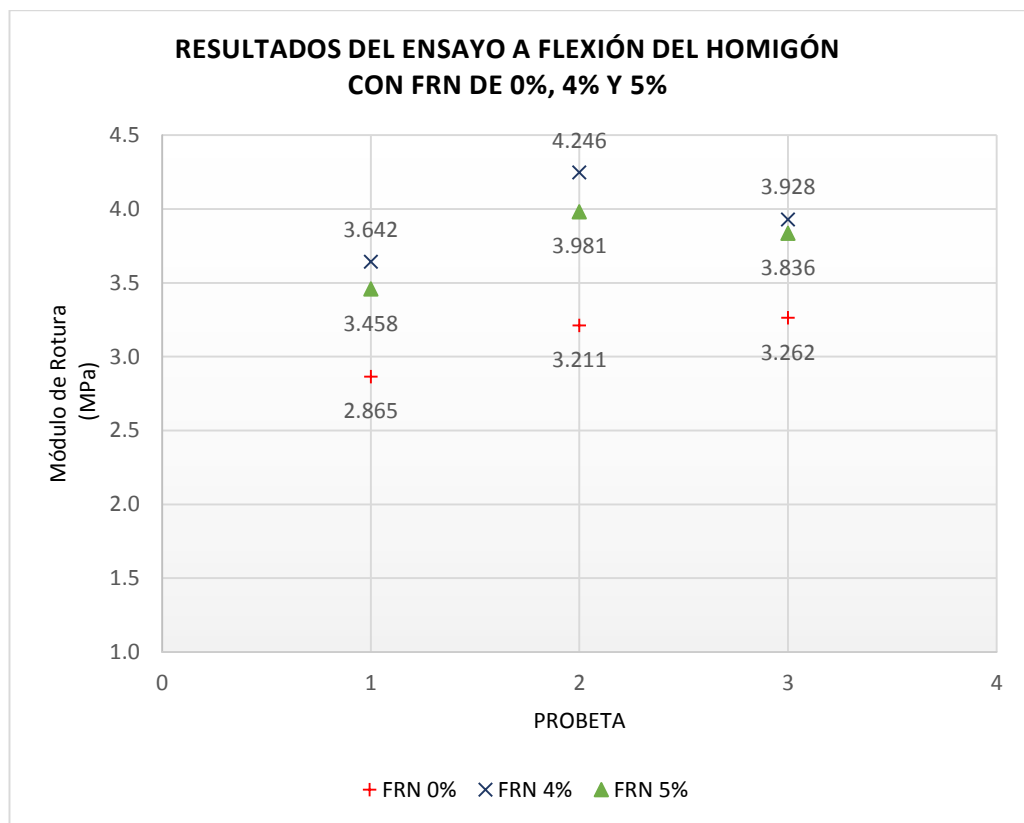


Figura 68. Ensayos a flexión para un hormigón con FRN 0%, FRN 4% y FRN 5%

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

En la **Figura 69**, se visualiza que para el hormigón modificado con 6% de fibra no resultan convenientes los esfuerzos a flexión, ya que está por debajo de los resultados de un hormigón convencional. Como ya se ha mencionado, las fibras impiden que exista una ruptura brusca del hormigón y que se desprendan pedazos del mismo, según se observó en los ensayos de laboratorio; sin embargo, con mayores porcentajes de fibra se prevé una disminución de la propiedad a flexión del hormigón, teniendo en cuenta que el hormigón convencional resiste apenas un 10% de la resistencia a la compresión a los 28 días.

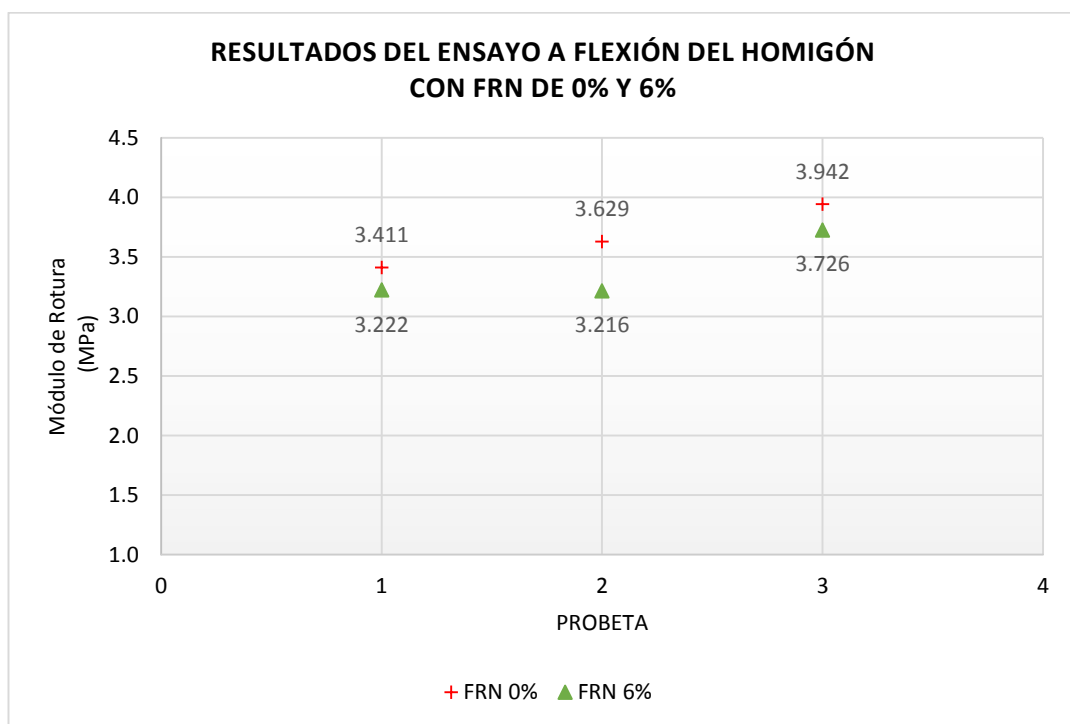


Figura 69. Ensayos a flexión para un hormigón con FRN 0% y FRN 6%

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

La **Figura 70** nos indica que el 4% de fibra es óptimo para que el hormigón trabaje y mejore su comportamiento a la flexión.

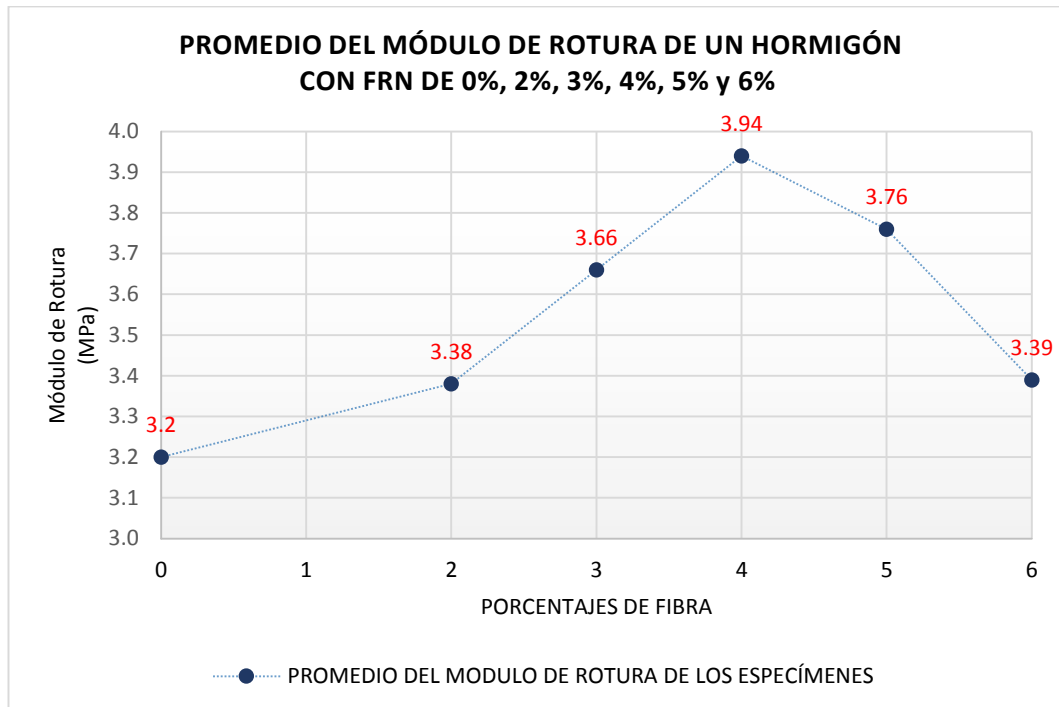


Figura 70. Curva de ensayos a flexión de hormigón con FRN 0%, FRN 2%, FRN 3%, FRN 4%, FRN 5% Y FRN 6%.

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

Estos resultados son convenientes para las subsiguientes etapas de este estudio que se enfocan en el análisis a flexión del hormigón modificado con fibras.

4.3 DENSIDAD DEL HORMIGÓN MODIFICADO

La figura 71 compara los datos de densidad del hormigón modificado con el hormigón convencional, se visualiza que bajan los valores de densidad promedio en el los hormigones con fibra de neumático. Los porcentajes de 4, 5 y 6% muestran un valor constante de $2,27 \text{ g/cm}^3$, representando el 98,70% al 98,27% de la densidad de un hormigón convencional, el primer valor para porcentajes de

4 y 5 % y el segundo para el 6 % de fibra. El 2% de fibra no representa una disminución considerable respecto a su hormigón patrón, el 3% de fibra tiene una densidad del 98,27% de la densidad del hormigón convencional.

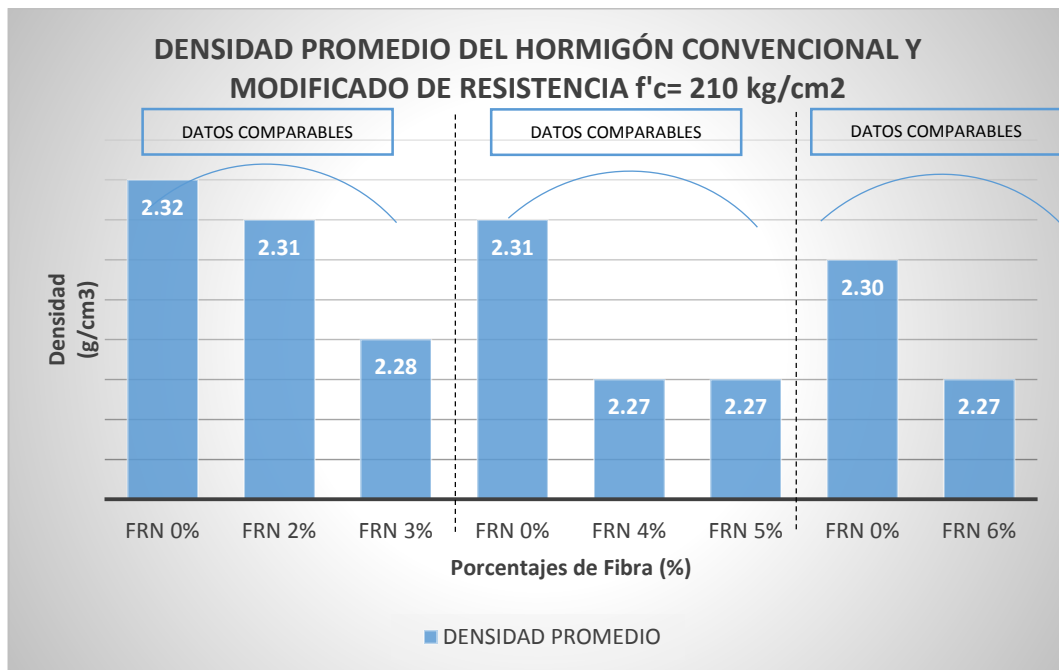


Figura 71. Densidad promedio del hormigón con FRN 0%, FRN 2%, FRN 3%, FRN 4%, FRN 5% y FRN 6%.

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

Esta disminución de la densidad del hormigón, es un valor representativo en obra para volúmenes grandes de hormigón, debido a que se realizó el reemplazo del agregado por la fibra que es un material mas ligero.

4.4 ANÁLISIS, COMPARACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LA SEGUNDA ETAPA

En este parte se realizó el análisis, comparación y discusión de los resultados obtenidos del hormigón convencional frente al hormigón modificado con 4% de

FRN (Fibrilla Reciclada de Neumático), las probetas obtenidas para los diferentes ensayos se realizaron y se curaron siguiendo las recomendaciones de las normativas existente para la elaboración de especímenes de hormigón.

4.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS A LA COMPRESIÓN

Como ya se mencionó anteriormente, la resistencia de diseño fue de 210 kg/cm^2 , llegando sin ningún problema a dicha resistencia en el hormigón convencional con un $f'c = 295.64 \text{ kg/cm}^2$, y en el hormigón modificado con $f'c = 256.66 \text{ kg/cm}^2$

Las fallas presentadas en su mayoría fueron tipo III, en las probetas con hormigón convencional fue explosiva, manifestando lo contrario en el hormigón modificado una falla más arañada.

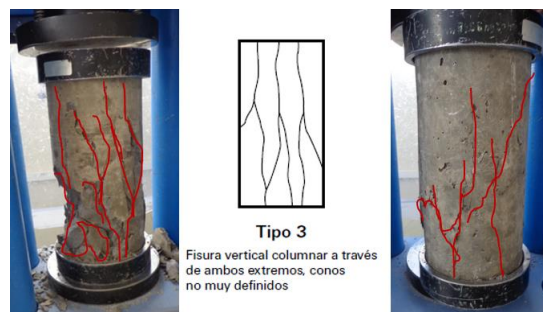


Figura 72. Falla tipo 3, izquierda hormigón convencional, derecho hormigón modificado.

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

4.6 DISCUSIÓN DE RESULTADOS A LA COMPRESIÓN

Se muestra a un hormigón de 210 kg/cm² representado como el 100%.

RESISTENCIA ESPECIFICADA (%)	RESISTENCIA OBTENIDA HC (%)	RESISTENCIA OBTENIDA HM (%)
210	295.64	256.66
100	141	122

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

Para el hormigón modificado con FRN existe un 22% por encima de la resistencia especificada. El asentamiento para el hormigón convencional es de 4.50cm y para el hormigón modificado de 6.30 cm, es decir, la incorporación de fibrillas recicladas de neumático en el hormigón modificado incrementa el asentamiento en un 40% es más trabajable.



Figura 73. Ensayo realizado, compresión en cilindros, izquierda hormigón convencional, derecho hormigón modificado

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.
José Bladimir Villalba Rea.

4.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS A LA FLEXIÓN

Al realizar el análisis de los resultados obtenidos en los ensayos de viga simple sometida a carga en los tercios, los dos tipos de hormigón fallaron en el tercio medio.

4.7.1 COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS DEL MÓDULO DE ROTURA ENTRE VIGAS CON HORMIGÓN CONVENCIONAL Y HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN

Una vez realizado los ensayos tanto en vigas con hormigón convencional y hormigón modificado con FRN, se analizaron los valores resultantes de los ensayos previamente establecidos en el Capítulo III.

Como se puede analizar a los 7 días existe el 2% de variación entre las resistencias a la rotura siendo mayor el hormigón convencional, al llegar a los 28 días de edad se observa que existe igualdad entre los dos hormigones en un 50%. Es importante mencionar que la elaboración del hormigón para la segunda etapa se lo realiza el mismo día y los ensayos para conocer el módulo de rotura también se lo realiza el mismo día, y poder tener datos sin ninguna alteración.

4.7.2 CORRELACIÓN GRÁFICA DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD EN VIGAS CON HORMIGÓN CONVENCIONAL Y HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN

Para el análisis gráfico del módulo de elasticidad es muy importante tener en cuenta las deformaciones, en este caso se seleccionó desde cero hasta 15 kN, porque esta carga fue el 50% de la máxima que se prevé resiste la probeta, evitando daños a la instrumentación.

Mediante las deformaciones producidas, según se haya dado el incremento de carga, se puede analizar respectivamente como se mantiene la deformación a flexión en los dos tipos de hormigón.

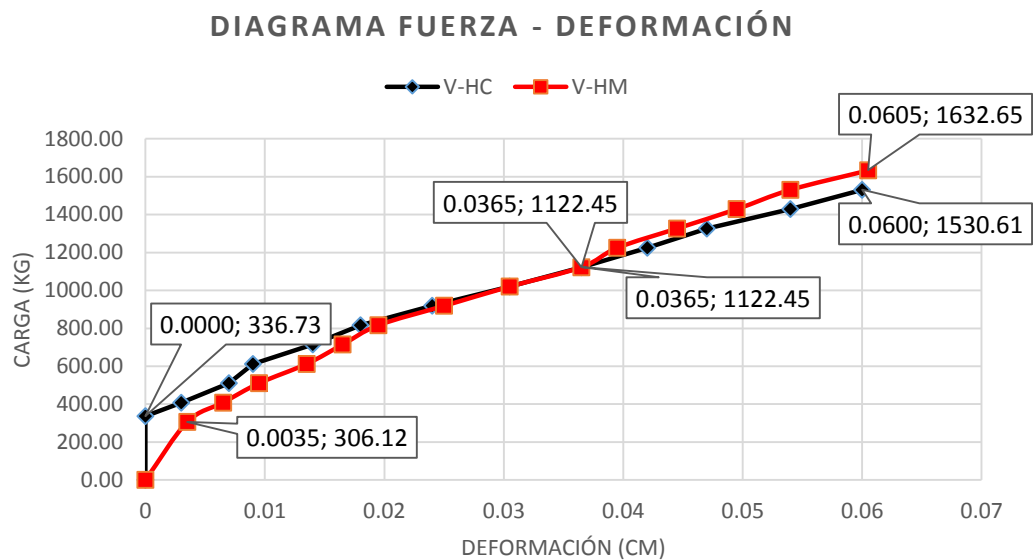


Figura 74. Comparación de la fuerza vs deformación entre dos ensayos.

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

Se consideró realizar la comparación en tiempo para ver cómo influye la FRN en el hormigón modificado respecto al hormigón convencional

Para lo cual se compara la siguiente Tabla 53, con tiempo en minutos donde se presenta el incremento en el tiempo en igual número de probetas e igual fuerza de 15 kN.

Tabla 53. Comparación entre tiempos a flexión en igual número de ensayos y fuerza aplicada.

Nº Viga	Edad con Curado (días)	Tiempo en el Hormigón Convencional (minutos)	Tiempo en el Hormigón Modificado (minutos)	Diferencia del tiempo a flexión en vigas (minutos)	Incremento del tiempo a flexión en vigas (%)
1	28	3.36	4.10	0.74	24.08
2		3.41	4.14	0.73	23.75
3		3.12	4.11	0.99	32.21
4		2.24	3.23	0.99	32.21
5		3.01	4.01	1.00	32.54
6		3.30	4.06	0.76	24.73
PROMEDIO		3.07	3.94	0.87	28.25
		100%			
				Aumento Porcentual del Tiempo (%)	128.25

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

Aquí se muestra el tiempo en minutos con la máxima carga que soporto cada viga.

Tabla 54. Comparación entre tiempos a flexión en total de ensayos.

N° Viga	Edad con Curado (días)	Tiempo en el Hormigón Convencional (minutos)	Tiempo en el Hormigón Modificado (minutos)	
1	28	4.93	4.96	
2		3.98	4.90	
3		3.23	5.29	
4		2.38	5.18	
5		3.38	5.08	
6		4.50	5.18	
7				5.29
8				4.95
9				3.32
10				3.10
11				3.18
<i>PROMEDIO</i>		3.73	4.58	
		100%	123%	

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

Nos da un incremento de reacción en tiempo mayor al 20% esto nos indica que la falla en el hormigón convencional con FRN es menos explosiva, como se muestra a continuación.



Figura 75. Ensayos realizados, izquierda hormigón convencional, derecho hormigón modificado

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.
José Bladimir Villalba Rea.

4.8 DISCUSIÓN DE RESULTADOS A FLEXIÓN

Una vez analizados todos los datos correspondientes al ensayo a flexión de vigas tanto con el hormigón convencional como modificado, se comparan los datos de ensayos obteniendo datos favorables.

- Modulo Promedio de Rotura (kg/cm^2) en hormigón convencional sin FRN: 31.09 kg/cm^2
- Modulo Promedio de Rotura (kg/cm^2) en hormigón modificado con FRN: 31.24 kg/cm^2

Teniendo en cuenta estos valores, se puede observar que mantiene el 100% de su módulo de rotura en el hormigón modificado con FRN.

Respecto a las deformaciones producidas a efecto del ensayo en vigas con hormigón modificado con FRN, es notorio el control en tiempo a la deflexión que ofrece el sistema con FRN, además de que incrementa el rango de deflexiones que soporta la viga con hormigón modificado por el tiempo de reacción al retirar el deformímetro antes de la rotura de la viga.



Figura 76. Ensayo realizado, flexión en vigas, izquierda hormigón convencional, derecho hormigón modificado

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache.
José Bladimir Villalba Rea.

4.9 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA Tensión MÁXIMA DE ADHERENCIA

El tipo de falla en su mayoría fue pull-out (desprendimiento de la barra) y tres casos puntuales de splittind (rotura del hormigón)

4.9.1 CORRELACIÓN DE Tensión MÁXIMA DE ADHERENCIA VERSUS DESPRENDIMIENTO EN PROBETAS PRISMÁTICAS CON HORMIGÓN CONVENCIONAL Y HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN

En cuanto al deslizamiento, se analizó el deslizamiento en cubos para cada una de las probetas, teniendo en cuenta que el incremento de la carga para leer el

deslizamiento se realizó cada un kilonewton de carga, por efectos de la toma de datos durante la realización del ensayo.

Para realizar la comparación entre los dos tipos de hormigón se seleccionaron datos con la misma carga aplicada para cada probeta, para apreciar la tensión máxima de adherencia y el desprendimiento al aplicar la misma fuerza.

Tabla 55. Comparación entre desprendimiento en igual número de ensayos y fuerza aplicada.

N° Cubo	Edad con Curado (días)	F(kN)	Tensión Máxima de Adherencia del HC sin FRN (kg/cm2)	DESPRENDIMIENTO (cm)	F(kN)	Tensión Máxima de Adherencia del HM con FRN (kg/cm2)	DESPRENDIMIENTO (cm)
1	28	9.00	98.93	0.67	9.00	65.59	0.33
2		7.00	55.88	0.61	7.00	46.02	0.18
3		6.00	50.29	0.43	6.00	43.73	0.50
4		9.00	75.43	0.85	9.00	60.35	0.30
PROMEDIO		7.75	70.13	0.64	7.75	53.92	0.33
		100%	100%	100%	100%	77%	51%

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

Así mismo se realizaron comparaciones a la máxima carga aplicada en cada probeta para conocer su deformación y ver cómo influye la FRN en el hormigón modificado respecto al hormigón convencional en lo referente a adherencia.

Tabla 56. Comparación entre desprendimiento.

N° Cubo	Edad con Curado (días)	F(kN)	Tensión Máxima de Adherencia del HC sin FRN (kg/cm2)	DESPRENDIMIENTO (cm)	F(kN)	Tensión Máxima de Adherencia del HM con FRN (kg/cm2)	DESPRENDIMIENTO (cm)
2	28	9.00	98.93	0.67	15.00	109.32	0.41
4		7.00	55.88	0.61	18.00	118.33	0.46
5		6.00	50.29	0.43	19.00	138.48	0.80
6		9.00	75.43	0.85	21.00	140.81	0.55
8					18.00	163.10	0.72
10					19.00	151.66	0.43
12					21.00	135.39	0.25
13					18.00	167.63	0.25
15					22.00	141.84	0.48
18					19.00	138.48	0.88
19					17.00	121.26	0.41
PROMEDIO		7.75	70.13	0.64	18.82	138.75	0.51
		100%	100%	100%	243%	198%	80%

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

4.9.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA VERSUS DESPRENDIMIENTO

Después de analizar todos los datos correspondientes al ensayo a tensión máxima de adherencia para el hormigón convencional como modificado, se comparan obteniendo datos favorables.

- Promedio de Tensión Máxima de Adherencia (kg/cm²) en hormigón convencional sin FRN: 70.23 kg/cm²
- Promedio de Tensión Máxima de Adherencia (kg/cm²) en hormigón modificado con FRN: 171.18 kg/cm²

Al igualar la carga con el número de probetas ensayadas como en la Tabla 58 la tensión máxima de adherencia y desprendimiento es mayor en el hormigón convencional con el 23%, pero el desprendimiento es menor en el hormigón modificado con una reducción del 49%, es decir; que se necesita una mayor fuerza en el hormigón modificado para desprender la misma longitud de adherencia. Por lo tanto en la Tabla 59 se realiza la comparación con la máxima fuerza que resiste cada probeta con su respectiva longitud de adherencia desprendida, teniendo como resultado que la tensión máxima de adherencia es superior en 98%, llegando al 80% de desprendimiento en el hormigón modificado.

Existe un incremento considerable en la aplicación de la carga máxima admisible cuando el cubo esta realizado con el hormigón modificado con FRN,
Con estos resultados, se puede observar que es superior en 164% de la tensión máxima de adherencia en el hormigón modificado con FRN.



Figura 77. Desprendimiento de la varilla corrugada después del ensayo de adherencia.

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

CAPITULO V

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente proyecto de investigación ha sido realizado en un alto porcentaje experimental y productivo, estableciendo sugerencias y recomendaciones para el futuro en la producción de probetas destinadas al estudio de elementos con hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumático.

5.1 CONCLUSIONES:

Después de obtener los resultados experimentales entre hormigón convencional y modificado, de resistencia a compresión, flexión se llega a importantes conclusiones.

También se recoge como parte de la investigación resultados experimentales sobre el mecanismo de adherencia local entre hormigón-acero y a su vez sobre la influencia en la disminución del acero.

Las conclusiones extraídas de la *Primera Etapa* son las siguientes:

- La resistencia a la compresión disminuye con la sustitución de un porcentaje de agregado por fibras de neumático, de tal manera que el hormigón modificado con el 3% de fibras llega al 87,38% de la resistencia del hormigón convencional a los 28 días. Los hormigones elaborados con porcentajes de 2%, 4%, 5% y 6% presentaron resultados de resistencia a la compresión que oscilan por debajo de los valores de resistencia del hormigón con 3% de fibra.

- El reemplazo de los porcentajes de 2%, 3%, 4% y 5% de árido por fibras de neumáticos en el hormigón mejora la resistencia a la flexión del mismo. El caucho por ser un material dúctil mejora esta propiedad en el hormigón, además de que actúa dentro de la matriz de las probetas como un reforzamiento que impide la formación de una falla frágil en las vigas y que facilita la deformación del hormigón antes de su rotura. En los ensayos a flexión, se constató que las vigas de hormigón con fibras no llegaban a partirse en dos como sucede normalmente con el hormigón convencional. Para terminar de seccionar los elementos, se procedió a separar las partes manualmente. El porcentaje óptimo de fibra del hormigón sometido a esfuerzos de flexión es del 4%, mejorando esta propiedad en un 26,70%, en relación al hormigón convencional.
- La incorporación de fibras aporta una disminución en la densidad del hormigón endurecido en un porcentaje de 1,30 % a 1,73%, respecto a un hormigón convencional, ya que la densidad del caucho es menor a la densidad del agregado.
- La desviación estándar de los ensayos de hormigón modificado presenta mayor dispersión de datos que los ensayos de hormigón convencional, a pesar de que los grupos comparables de probetas fueron elaboradas cumpliendo parámetros de control de producción de hormigón. Como experiencia de estos resultados, se concluye que la elaboración de las probetas de hormigón modificado requiere de especificaciones adicionales para asegurar una buena regularidad en su producción.

Las conclusiones extraídas de la *Segunda Etapa* son las siguientes:

- Al diseñar un hormigón convencional de 210 kg/cm², se alcanzaron resistencias a la compresión en un 41% (295.64 kg/cm²). Mientras que, en el caso de las probetas de hormigón con FRN, se alcanzaron resistencias superiores en un 22% (256.66 kg/cm²). Respecto a la resistencia especificada de 210 kg/cm².
- Se realizaron dosificaciones de prueba tomando en cuenta el contenido de

humedad de los materiales (agregado fino, grueso y fibrillas recicladas de neumáticos) y se realizaron modificaciones de la misma por la adición de FRN (reemplazo de FRN por el agregado fino y reemplazo de FRN por el agregado grueso). Teniendo presente lo mencionado, la dosificación final que se utilizó para la mezcla fue la siguiente:

MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA		
DOSIFICACIÓN FINAL POR UNIDAD DE CEMENTO		
	HORMIGÓN CONVENCIONAL	HORMIGÓN MODIFICADO
CEMENTO	1.00	1.00
AGUA	0,65	0,65
ÁRIDO FINO	1.54	1.54
ÁRIDO GRUESO	2.70	2.59
FRN	0.00	0.11

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

- El asentamiento para realizar el diseño de mezcla fue de 4,5 cm, para el hormigón convencional obteniéndose en la práctica 4.5 cm y 6.40 cm para el hormigón modificado, lo cual da una mejor trabajabilidad a la mezcla.
- El módulo de rotura obtenido en vigas con hormigón convencional es de 31.09 kg/cm², y en vigas con hormigón modificado es de 31.24 kg/cm², que representa que la aplicación de fibrillas recicladas de neumático trabaja adecuadamente a la resistencia a flexión en elementos estructurales.
- Las deformaciones obtenidas en vigas con el hormigón convencional alcanzó un módulo de elasticidad promedio de 24497.89 kg/cm², y para viga con hormigón modificado se obtuvo un módulo de elasticidad promedio de 24774.72 kg/cm², de igual forma se obtuvieron los siguientes valores para el Modulo de Rotura de 19.04 kg/cm², en vigas con hormigón convencional y 20.15 kg/cm², para vigas con hormigón modificado, verificando de esta manera que la deflexión como el módulo de rotura se mantienen en el hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumáticos.

- Una característica muy importante que se apreció en el momento de realizar el ensayo a flexión en vigas de hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumático, es que el material con reemplazo del 4% de FRN por el agregado grueso controla el agrietamiento en un 20% de tiempo en el hormigón.
- La tensión máxima de adherencia obtenido en probetas prismáticas (cubos) con hormigón convencional es de 64.86 kg/cm^2 , en cubos con hormigón modificado es de 171.18 kg/cm^2 , significa que la tensión máxima de adherencia incrementa en el hormigón modificado con FRN en un 164% entre el hormigón-acero.
- Los ensayos realizados en cubos con hormigón convencional alcanzó un desprendimiento promedio de 0.64 cm, para cubos con hormigón modificado se obtuvo un desprendimiento promedio de 0.51 cm, así mismo se obtuvieron los siguientes valores para la tensión máxima de adherencia de 70.134 kg/cm^2 , en vigas con hormigón convencional y 138.75 kg/cm^2 , para vigas con hormigón modificado, experimentando de esta manera el incremento de la adherencia en el hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumáticos.
- La elaboración de hormigones con fibrillas recicladas de neumáticos permite considerar criterios de **sustentabilidad** con las mismas prestaciones del hormigón convencional y un desempeño ambiental superior.
- En base a los ensayos ejecutados en el presente trabajo, se puede concluir en principio el buen desempeño que presentaron los hormigones realizados con el reemplazo del 4% del agregado grueso por la fibrillas reciclada de neumáticos, teniendo en cuenta los resultados de resistencia a flexión y adherencia entre hormigón-acero, respecto al hormigón convencional.

- En términos generales se destaca la gran aplicabilidad de las fibrillas recicladas de neumático en el 4% de reemplazo por agregado grueso, para la elaboración de hormigones **de uso a flexión, ya que es el 164% de incremento de la tensión máxima de adherencia.**
- El módulo de elasticidad en el hormigón modificado se mantiene al igual que el módulo de rotura con la diferencia en el tiempo de reacción a la falla lo cual le convierte en un hormigón con el 20% menos de estallido.

5.2 RECOMENDACIONES

De la experiencia obtenida en la elaboración de probetas con hormigón modificado, se recomienda:

- Realizar investigaciones experimentales para conocer las propiedades del hormigón modificado en estado fresco, y asegurar de esta manera una fiabilidad en los datos, ya que de manera empírica mediante el presente estudio se conoce que la elaboración de hormigón modificado requiere de mayor control durante su producción en relación a un hormigón convencional.
- Poner mayor interés en la elaboración de probetas prismáticas, en la ubicación de la longitud adherente y la perpendicularidad del cubo con la varilla, que es la fase fundamental en la elaboración y del producto terminado.
- Si bien esta característica del asentamiento en el hormigón modificado es atribuible, en parte, a una posible disminución de la relación agua/cemento, de todas maneras se recomienda considerar profundamente en investigaciones futuras para lograr una correlación cuantitativa precisa.

CAPITULO VI

VI. PROPUESTA

6.1 TITULO DE LA PROPUESTA

Verificación experimental de la influencia de las Fibrillas Elastoméricas en una viga de Concreto Armado.

6.2 INTRODUCCIÓN

Utilizando las propiedades del hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumático, se realizó el análisis a flexión en una viga rectangular simplemente armada.

El diseño de la viga, pretende demostrar experimentalmente que el hormigón modificado con FRN puede ser utilizado en construcción, sobre todo en elementos sometidos a flexión.

Uno de los parámetros que se utilizó para el diseño de las vigas de hormigón modificado es el módulo de rotura, obtenido de la segunda etapa de la presente investigación, y los cálculos establecidos se realizaron de acuerdo a las normas del ACI 318S. (2005).

Mediante los ensayos a flexión se quiere determinar experimentalmente la aplicación del hormigón modificado con FRN en vigas simplemente armadas permite mejorar la propiedad a flexión del hormigón convencional, gracias a los esfuerzos de adherencia hormigón-acero favorables en el hormigón modificado con FRN en relación a los resultados del hormigón convencional, desarrollados en la segunda etapa de esta investigación.

6.3 OBJETIVOS

6.3.1 GENERAL

- Realizar la verificación experimental de la influencia de la fibrilla elastomérica en una viga de concreto armado.

6.3.2 ESPECÍFICOS

- Aplicar las propiedades conocidas de un hormigón modificado de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con Fibrillas Recicladas de Neumáticos (FRN) en el diseño a flexión de vigas rectangulares.
- Obtener la cuantía de acero y realizar el control de deflexiones.
- Realizar la producción de 5 vigas con hormigón convencional y 5 vigas con hormigón modificado, y comparar el beneficio estructural entre los dos tipos de hormigón.

6.4 FUNDAMENTACION CIENTIFICA - TÉCNICA:

6.4.1 ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRAS

6.4.1.1 Conceptos

Las fibras con una adecuada resistencia mecánica a la tracción, homogéneamente distribuidas dentro de un hormigón, constituyen una micro-armadura la cual, por un lado se muestra extremadamente eficaz para contrastar el muy conocido fenómeno de la fisuración por retracción y, por otro lado, confiere al hormigón una ductilidad que puede llegar a ser considerable en la medida en que sea elevada la resistencia misma

de las fibras y su cantidad, confiriendo además al hormigón en tales circunstancias una gran tenacidad.

En los actuales códigos de diseño la resistencia a tracción del hormigón, debido a su conducta frágil, es normalmente despreciada dentro de las consideraciones de cálculo. Ahora, con la inclusión de una matriz reforzada con fibras, esta propiedad de resistencia a tracción se logra estabilizar, de manera que la misma puede ser considerada como propiedad mecánica con fines de diseño.

El gráfico Carga-Deflexión, muestra las respuestas que se pueden obtener mediante el ensayo a flexión, sobre elementos de hormigón con fibras.

Bajo cargas moderadas, inferiores a la cedencia del hormigón, el comportamiento del material es siempre elástico y no se produce ninguna fisuración en la probeta bajo ensayo de flexión, independientemente de la presencia o calidad de las fibras. Por el contrario, un comportamiento bastante distinto se puede verificar continuando la prueba incrementando la carga a partir del punto A, denominado “punto de primera fisuración”.

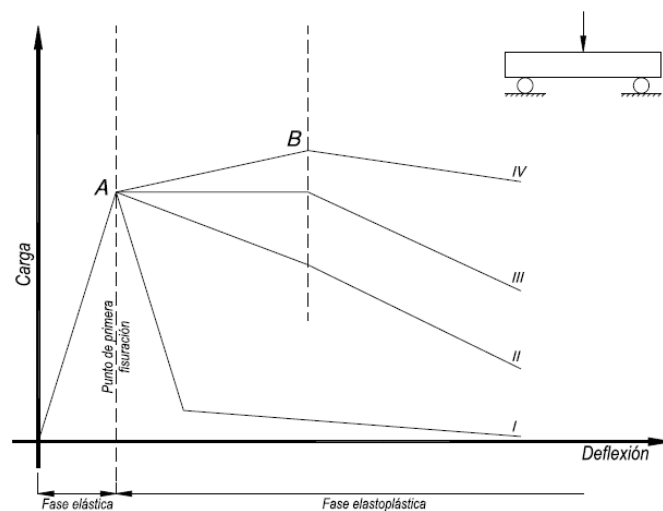


Figura 78. Ensayo de Flexión

Fuente: Gallovich A., Rossi B., Perri G., et al. (2012)

- **La curva I**, esquematiza el comportamiento de un hormigón normal sin refuerzo. La estructura, siendo isostática (la vigueta simplemente apoyada en sus extremos), una vez alcanzada la carga de primera fisuración, esta colapsa de inmediato, siendo el típico comportamiento de un material frágil.
- **La curva II**, muestra alguna capacidad del hormigón (hormigón con fibras) para absorber después del punto de primera fisuración cierta carga, aunque baja (A-B), luego sucede un colapso más lento (comportamiento suavizado).
- **La curva III**, es típica de un material dúctil el cual muestra un hormigón capaz de soportar, a partir del punto de primera fisuración, un desplazamiento importante (A-B) bajo carga constante, bastante antes del aún más lento colapso (comportamiento plástico).
- **La curva IV**, finalmente evidencia inclusive un cierto incremento de carga soportable bajo un amplio desplazamiento (A-B), después del punto de primera fisuración (comportamiento endurecido).

Es intuitivo que estos posibles comportamientos, o grados de ductilidad y tenacidad adquiridos por el hormigón, dependen ya sea de la cantidad de fibras presentes como de sus características mecánicas y geométricas.

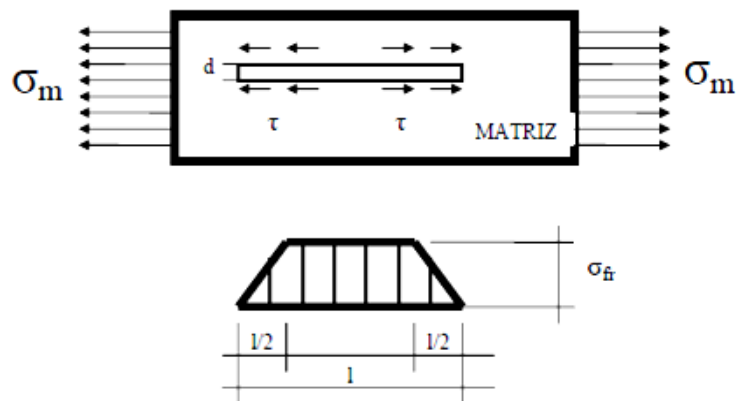
Al usar fibras discontinuas, éstas se dispersan dentro de la matriz de manera casual y tendiendo a la tridimensionalidad, a diferencia de las continuas que requieren una orientación prefijada; también se les denomina fibras cortas o largas, Gallovich A., Rossi B., Perri G., et al.(2012)

Como criterio uniformador el ACI ha propuesto y se ha generalizado la denominada Relación de Forma o Aspecto Definido, que no es más que la relación existente entre la longitud de la fibra y su diámetro equivalente (l_f/d_e).

La forma tiende a lo circular normalmente, aunque en algunas fibras como las de polímeros hechas por el hombre son planas. Los aspectos teóricos que tratan de modelar el comportamiento de las fibras en la matriz de acuerdo al ACI están básicamente referidos a, Macías J., Artola, M., Hernández P. (2006):

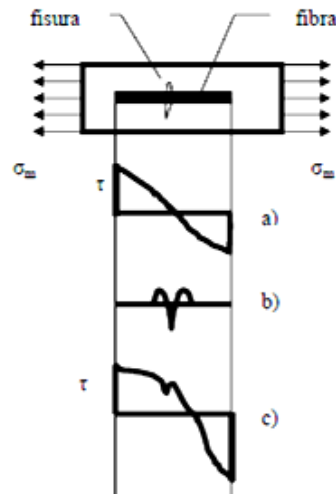
6.4.1.2 Longitud Mínima de la Fibra

Para determinar el trabajo del material como un todo se parte de establecer las condiciones de equilibrio en una porción de la matriz fibroreforzada en que sólo exista una fibra orientada en la dirección de los esfuerzos a tracción.



Los esfuerzos de transmisión de la matriz a la fibra se realiza a través de los esfuerzos tangenciales unitarios de adherencia (τ), las tensiones normales crecen en la medida que aumenta la longitud de la fibra desde cero hasta el valor en que se rompe (σ_{fr}), al ser muy superiores los esfuerzos normales (σ_m), a las posibilidades de resistir a partir de los esfuerzos tangenciales unitarios.

Como vemos este comportamiento idealizado responde a la condición de orientación coincidente de la posición de la fibra con los esfuerzos traccionantes. Cuando aparecen grietas o fisuras en la matriz la situación de los esfuerzos tangenciales unitarios de adherencia es:



- a) Representa la distribución de los esfuerzos tangenciales unitarios de adherencia antes de la aparición de la fibra.
- b) Esfuerzos unitarios de adherencia debido a la fisura.
- c) Efecto combinado de los dos diagramas anteriores debido a la aparición de fisuras, se produce la discontinuidad en el diagrama, entonces los esfuerzos unitarios de adherencia se reducen.

Como limitaciones en la aplicación práctica de estos criterios están:

- 1) El supuesto teórico de partida de orientación coincidente en las direcciones de la fibra y los esfuerzos de tracción, no es válido para fibras discontinuas en la matriz cementicia en lo general, sino sólo para una pequeña porción de las fibras.
- 2) No considera la dispersión real de las fibras dentro de un elemento a construir. Se recomienda que debe tomarse una longitud de fibra que no sea superior a un tercio de la menor dimensión del elemento a construir.

6.4.1.3 Eficiencia de las fibras (S)

Se define como la distancia entre los centros de gravedad de las fibras. Los autores de este concepto demostraron que la resistencia a la tracción en el instante en que aparece la primera fisura para un determinado volumen de fibras es inversamente proporcional con el intervalo geométrico existente entre las fibras.

Para calcular la eficiencia se parte de n fibras distribuidas de manera casual ocupando el volumen conocido, y se toman las paralelas a los esfuerzos de tracción.

Resultando entonces que sólo el 41% de las fibras se encuentran orientadas en la dirección de los esfuerzos a tracción. Esta probabilidad deducida por *Romualdi y Mandel* no ha sido aceptada de manera general. Siguiendo el método anterior de análisis la eficiencia de las fibras para diferentes modos de orientación es:

- En una sola dirección: 100%
- Ortogonal en el plano: 40-50%
- Casual en el plano: 30-40%
- Casual en el espacio: 41%

Datos que no coinciden con la realidad práctica demostrada incluso mediante técnicas fotográficas. Éste análisis es estrictamente geométrico, no real y sólo válido para una respuesta de distribución cuadrática. Krenchel estudió las diferencias que pueden aparecer con las diferentes orientaciones de las fibras:

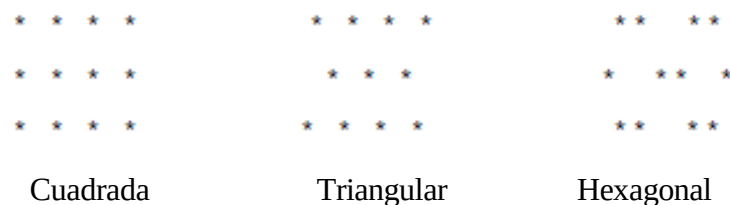


Figura 79. Distribución de las fibras

Fuente: Macías J., Artola, M., Hernández P. (2006)

Se observa que la misma cantidad de fibras en una misma área según la orientación difieren. Tomando como base la cuadrada, el intervalo entre las fibras de la triangular es un 7% superior y el de la hexagonal un 12% inferior.

Este análisis limitado por consideraciones estrictamente geométricas tampoco dan respuesta al comportamiento pos fisura y responde sólo cuando aparece la primera fisura.

En el caso de fibras orgánicas, no se aplican consideraciones teóricas al respecto. De manera experimental se define el intervalo entre las fibras, S_{exp} , como la distancia media entre la intercepción de la proyección de las fibras individuales en un plano con base lineal de longitud (l_b) dibujado sobre el mismo plano.

Se concluye que:

1ero.- La eficiencia de las fibras es un parámetro importante para precisar las características mecánicas del hormigón reforzado con fibras.

2do.- La forma de cálculo de S no está definida estrictamente, estando dada en lo fundamental por:

- Parámetros de orden geométrico, a saber por ciento volumétrico de armadura (cantidad de fibras), diámetro de la fibra y la orientación de dichas fibras.
- Consideraciones de esfuerzos unitarios sobre el material reforzado con fibras. En realidad, en muy pocos elementos los supuestos de dirección concordante de esfuerzos de tracción y orientación de las fibras se dan, Macías J., Artola, M., Hernández P. (2006).

6.4.1.4 Fisuración

La formación de las grietas es uno de los mecanismos más interesantes dentro de los materiales compuestos y cuando estos son hormigones y morteros reforzados con fibras se persigue la detención de la propagación de la grieta al interceptar la fibra la fisura, siendo válidas las declaraciones de Nervi:

“El concepto de este material se basa en la elemental y conocida observación de que la elasticidad de un elemento de concreto reforzado, aumenta en proporción a la subdivisión y distribución del refuerzo a través de la masa”.

Por tanto cobra singular importancia los hormigones con fibras cuya orientación sea casual tendiente a la tridimensionalidad, lo que hace a dicho material mucho más homogéneo que los hormigones armados tradicionales.

En el momento del agrietamiento el esfuerzo ante la primera grieta puede obtenerse utilizando la fórmula de Naaman debido a que es una función de la superficie del refuerzo e independiente de la orientación del mismo.

Romualdi y Mandel demostraron que el esfuerzo de agrietamiento es inversamente proporcional a la separación entre las fibras para cualquier fracción de volumen de refuerzo, Macías J., Artola, M., Hernández P. (2006).

6.4.2 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS.

6.4.2.1 Comportamiento a Tracción

Está determinado por los factores de orientación de la fibra, relación de la forma, volumen y eficiencia.

Haciendo un análisis de cada uno de los factores anteriores tenemos:

- Orientación de la fibra:

Parámetro asociado con la longitud de la fibra y su geometría en una determinada área, está vinculado directamente a la resistencia a la tracción y los criterios de cómo se produce dicha vinculación.

La orientación de la fibra dentro del conglomerado, cuando no es prefijada antes del hormigonado, es prácticamente incontrolable, siendo casual en fibras discontinuas como hemos planteado.

La longitud propiamente de la fibra posee su mayor influencia en el decrecimiento de la fisuración y no en el aumento de la resistencia a tracción.

- Relación de forma

El aumento de la relación de forma, incluso en determinadas condiciones de utilización de una única fibra con diámetro fijo y hasta ciertos límites ligados a las condiciones de mezclado provoca mayor capacidad de resistir tracciones.

- Volumen de fibras

El aumento del contenido el volumen de fibras conlleva a un aumento proporcional de las resistencias a tracción.

Este criterio está altamente difundido, consideramos no debe absolutizarse dado que no contempla factores como la durabilidad y la dureza propia de la fibra.

- Eficiencia de las fibras (S)

Por su importancia analizada con anterioridad. Desde 1991 la propuesta de la norma italiana “Comportamiento Estructural en Conglomerado Cementicio Fibroreforzado” y que se encuentran a tono con la utilización normalizada de los países miembros del Mercado Común Europeo plantea utilizar ecuaciones aplicadas en hormigones con fibras de acero, tomados como válidos para cualquier tipo de fibra. Esta situación está

dada por la falta de estudios específicos de otras fibras y por la poca variabilidad que pudieran tener realmente dichos coeficientes numéricos.

Referido al comportamiento de las tensiones normales ante incrementos de las deformaciones unitarias tenemos que:

En el caso de los hormigones con fibras post-fisura singular, caracterizado por:

- No colapsa de inmediato
- Las tensiones últimas de rotura son mayores y se producen deformaciones altas.
- Resiste aumento de cargas después de la primera fisura, básicamente al emplearse fibras continuas

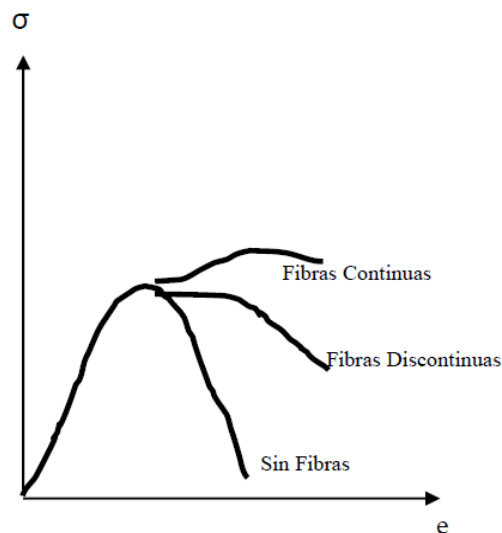


Figura 80. Carga - Deformación

Fuente: Macías J., Artola, M., Hernández P. (2006).

En el caso de los hormigones con fibras la curva Esfuerzo-Deformación va a depender del volumen de fibras que contenga la matriz. Así tenemos que determinar el volumen crítico, definido como el volumen de fibras mínimo V_{fmin} necesario para que después de la ruptura por tracción de la matriz el compuesto pueda todavía soportar aumentos de cargas y obtener altas tensiones normales últimas. Por tanto, es importante

encontrar la relación del volumen real de las fibras y el volumen crítico con miras a lograr optimizar un material más resistente.

6.4.2.2 Comportamiento a Flexión

Los hormigones con fibras resisten bien a las flexiones altas. Es necesario comprender que en un elemento flexado están muy bien definidas las zonas traccionadas y las zonas comprimidas, por lo tanto son válidos los gráficos Esfuerzo-Deformación, para el comportamiento del hormigón modificado a la compresión y tracción.

6.4.2.3 Tenacidad

La tenacidad es una importante característica de los hormigones con fibras y se define como la energía total absorbida antes del colapso del elemento. En la práctica se presenta como el área bajo la curva del diagrama carga-deformación a flexión.

En un hormigón convencional la tenacidad está muy ligada a la propagación de la fisura. En presencia de fibras, éstas interceptan a las fisuras en su proceso de formación, no dejan que se propaguen y hay una considerable posibilidad de aumento de la energía antes del colapso, por tanto una posibilidad real de aumentar la tenacidad.

El aumento de la tenacidad está influenciado por parámetros tales como: orientación, contenido y relación de forma de las fibras.

6.4.3 RECOMENDACIÓN PARA LA DOSIFICACIÓN, AMASADO E INCORPORACIÓN DE FIBRAS EN EL HORMIGÓN

El Hormigón Fibroreforzado (Modificado), no es más que el mismo conglomerado con un componente adicional que son las fibras, las cuales a nivel de producción de la mezcla deben ser consideradas como un árido más, por lo que no es necesario

modificar los componentes al incluir éstas dentro del diseño de mezcla. Las consideraciones iniciales para lograr la resistencia mecánica especificada a compresión y módulo de rotura no se ven afectadas, Gallovich A., Rossi B., Perri G., et al, (2012).

Para que cada fibra sea efectiva precisa estar completamente embebida dentro de la mezcla; esto obliga a que la proporción de elementos finos a gruesos tenga que ser la adecuada, generalmente, con mayor proporción de finos que un hormigón convencional. Los hormigones convencionales requieren entre 25 y 35% de pasta con respecto al volumen total, mientras que un hormigón armado con fibras precisa del 35 al 45% dependiendo del aspecto y volumen de fibras empleado.

También es imprescindible que la dispersión de las fibras sea uniforme, para evitar la segregación y la formación de bolas de fibras. La segregación y la formación de bolas está relacionado directamente con parámetros como: la longitud y diámetro de las fibras, el porcentaje de fibras, tamaño máximo del árido, granulometría, relación agua-cemento y sistema de mezclado, Fernández M. (2014).

6.4.4 IMPACTO AMBIENTAL DE LOS NEUMÁTICOS FUERA DE USO

Los desechos del caucho se han generado en grandes volúmenes en los últimos años y la capacidad de eliminarlos o reutilizarlos se dificulta. Solamente en esta década en España se están generando 250.000 toneladas de neumáticos usados cada año. Albano C., Camacho N., Hernández M., et al. (2008). En Ecuador se genera un valor promedio de 60 mil toneladas de neumáticos al año.

La contaminación producido por los desperdicios humanos ha ido incrementando considerablemente, uno de ellos son los neumáticos fuera de uso, que por su forma, volumen y composición han causado malestar a nivel mundial.

Los países que generan en grandes volúmenes este desperdicio se han preocupado por reutilizar los neumáticos como productos que cubran necesidades, desarrollando diferentes maneras de reciclar los neumáticos para obtener la materia prima. La población de estos países junto a su gobierno ha logrado socializar y planificar procesos para el reciclaje de los neumáticos fuera de uso, desde su recolección hasta llegar a la obtención de las fibras de neumático. En el país el interés por el reciclaje de estos desperdicios es muy bajo, pues el nivel de contaminación no se ha agudizado como en otros países, Criollo A. (2014).

Algunos de los problemas medio ambientales que causan los neumáticos fuera de uso son:

6.4.4.1 Contaminación del aire.- La quema de los neumáticos generan gran cantidad de gases tóxicos dañinos para la salud y el medio ambiente.

6.4.4.2 Contaminación del agua.- El desalojo de neumáticos cerca de las aguas superficiales naturales o canales de riego generan contaminación y provocan la proliferación de mosquitos.

6.4.4.3 Contaminación del suelo.- La descarga y acumulación de neumáticos en sitios periurbanos, urbanos o rurales dan lugar a la acumulación de roedores y afectan la estética.

6.4.5 APLICACIONES DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLA RECICLADA DE NEUMÁTICO

- Pavimentos de carreteras
- Pavimentos de estacionamientos
- Adoquines
- Cimentaciones

- Trabajos experimentales para la aplicación de caucho reciclado en firmes de rodadura rígidos.
- Mampuestos con aislamiento térmico y acústico
- Absorbe el impacto en construcción de elementos viales y de sonido en barreras sónicas y también en edificaciones sismo resistentes, Albano C., Camacho N., Hernández M., et al. (2008).

6.4.6 DISEÑO DE VIGAS A FLEXIÓN

6.4.6.1 EL BLOQUE RECTANGULAR DE COMPRESIÓN EQUIVALENTE DE WHITNEY, Romo M. (2008).

Los aspectos matemáticos de la distribución real de esfuerzos de la curva esfuerzo-deformación, tiene un alto grado de complejidad en forma práctica, Romo M. (2008).

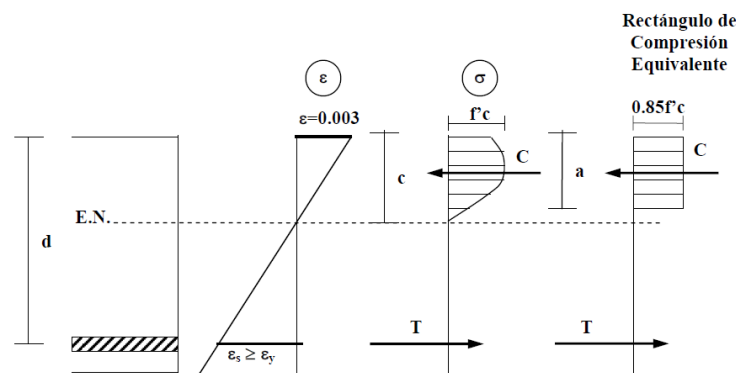


Figura 81. Rectángulo de compresión equivalente bajo cargas últimas.

Fuente: Romo M. (2008)

El Dr. C. S. Whitney, propuso una distribución rectangular equivalente ficticia, la misma que reemplaza la fuerza de compresión real por otra rectangular equivalente, aplicada en el mismo punto donde se produce la falla, lo cual facilitó ampliamente los aspectos matemáticos del diseño a flexión.

Esta distribución equivalente supone una fuerza de compresión media de $0.85 \cdot f'_c$, y una profundidad a , donde la relación $a/c = \beta_1$, que tiene un valor de 0.85 para resistencias de hasta 280 kg/cm^2 y se reducirá en 0.05 para cada 70 kg/cm^2 adicionales, pero no menor a 0.65, para cualquier valor de f'_c se tiene:

$$\beta_1 \rightarrow 0,65 \leq 0,85 - \frac{0.05(f'_c - 280)}{70} \leq 0.85 \text{ Ec.3}$$

Al establecer el equilibrio de fuerzas se tiene:

$$C = T \text{ Ec.4}$$

$$0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b = A_s \cdot F_y$$

Por definición:

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} \text{ Ec.5}$$

Despejando de la Ec.4 se tiene:

$$\alpha = \frac{A_s \cdot F_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} \text{ Ec.6}$$

$$\alpha = \frac{\rho \cdot d \cdot F_y}{0.85 \cdot f'_c}$$

Al realizar la sumatoria de momentos internos y externos se tiene:

Para la compresión:

$$M_u = \phi \cdot C \cdot jd \text{ Ec.7}$$

Para la Tensión:

$$M_u = \phi \cdot T \cdot jd \text{ Ec.8}$$

$$j = d - \frac{a}{2}$$

Para la compresión:

$$Mu = \phi * 0.85 * f'c * a * b * \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad \text{Ec.9}$$

Para la Tensión:

$$Mu = \phi * As * Fy * \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad \text{Ec.10}$$

$$As = \rho * b * d$$

$$Mu = \phi * \rho * b * d * Fy * \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad \text{Ec.11}$$

Reemplazando la Ec.4 en Ec.9 se tiene:

$$Mu = \phi * \rho * b * d * Fy * \left(d - \frac{\rho * d * Fy}{2 * 0.85 * f'c}\right)$$

$$Mu = \phi * \rho * b * d^2 * Fy - \left(\frac{\phi * \rho^2 * b * d^2 * Fy^2}{2 * 0.85 * f'c}\right)$$

$$\left(\frac{\phi * \rho^2 * b * d^2 * Fy^2}{2 * 0.85 * f'c}\right) - \phi * \rho * b * d^2 * Fy + Mu = 0 \quad \text{Ec.12}$$

$$\rho^2(\phi * b * d^2 * Fy^2) - \rho(1.7 * f'c * \phi * b * d^2 * Fy) + 1.7 * f'c * Mu = 0$$

Por lo cual se tiene una ecuación cuadrática la misma que al resolver y simplificar sus factores se tiene:

$$\rho = 0.85 * \frac{f'c}{Fy} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{0.85 * f'c * \phi * b * d^2}}\right) \quad \text{Ec.13}$$

Para garantizar que el acero fluye antes que falle el concreto se tiene:

$$\epsilon_s = \frac{Fy}{Es} \quad \text{Ec.14}$$

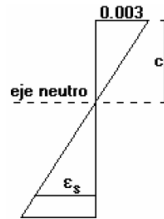
$$\alpha = \beta_1 * c \quad \text{Ec.15}$$

$$c = \frac{\alpha}{\beta_1}$$

Por relación de triángulos semejantes se tiene:

$$\frac{\varepsilon_s}{d - c} = \frac{\varepsilon_c}{c}$$

$$\varepsilon_c = \frac{\varepsilon_s * c}{d - c}$$



Del diagrama de deformaciones se tiene:

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_c * (d - c)}{c}$$

$$c = \frac{\varepsilon_c * (d - c)}{\varepsilon_s}$$

$$c * \varepsilon_s = \varepsilon_c * d - \varepsilon_c * c$$

$$c * \varepsilon_s + \varepsilon_c * c = \varepsilon_c * d$$

$$c * (\varepsilon_s + \varepsilon_c) = \varepsilon_c * d$$

$$c = \frac{\varepsilon_c * d}{(\varepsilon_s + \varepsilon_c)} \quad \text{Ec.16}$$

Al verificar el equilibrio en el diagrama de Whitney se tiene:

$$\Sigma F = 0$$

$$T = C$$

$$A_s * F_y = 0.85 * f'_c * a * b$$

$$a = \frac{A_s * F_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$\beta_1 * c = \frac{A_s * F_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$A_s = \rho * b * d$$

$$c = \frac{\rho * b * d * F_y}{0.85 * \beta_1 * f'_c * b}$$

$$c = \frac{\rho * d * F_y}{0.85 * \beta_1 * f'_c} \quad \text{Ec.17}$$

Reemplazando la Ec.15 en la Ec.14 se tiene:

$$\frac{\rho * d * F_y}{0.85 * \beta_1 * f'_c} = \frac{\varepsilon_c * d}{(\varepsilon_s + \varepsilon_c)}$$

$$\varepsilon_s = \frac{F_y}{E_s}$$

$$\frac{\rho * d * F_y}{0.85 * \beta_1 * f'_c} = \frac{0.003 * d}{\left(\frac{F_y}{E_s} + 0.003\right)}$$

$$\rho_b = \frac{0.003 * d}{\left(\frac{F_y}{E_s} + 0.003\right)} * \frac{0.85 * \beta_1 * f'_c}{d * F_y}$$

$$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{F_y} * \left(\frac{0.003}{\frac{F_y}{E_s} + 0.003}\right) \quad \text{Ec.18}$$

Para que el acero fluya primero se debe cumplir que $\rho < \rho_b$, Romo M. (2008).

6.4.6.2 CUANTÍA MÍNIMAS DE ARMADO EN VIGAS

En aquellas vigas en que las dimensiones geométricas superan a la capacidad resistente requerida sin rotura por tracción del hormigón, se deberá proveer un armado mínimo que sea capaz de absorber, con márgenes de seguridad apropiados, la carga de tracción que le es transferida el instante en que el hormigón fraccionado se fisura por falta de capacidad. La capacidad del acero debe absorber la totalidad de esa fuerza de tracción provocaría una falla frágil indeseable de la viga, Romo M. (2008).

Los códigos [ACI 10.5.1] establecen que el armado mínimo deberá ser:

$$A_{s_{min}} = \frac{0.79 * \sqrt{f'c}}{F_y} * (b_w * d) \quad \text{Ec.19}$$

Donde:

f'c= resistencia característica del hormigón en kg/cm²

Fy= esfuerzo de fluencia del acero en kg/cm²

b_w= ancho de la viga rectangular

d= altura de la viga rectangular

La cuantía mínima correspondiente es:

$$\rho_{min} = \frac{0.79 * \sqrt{f'c}}{F_y} \quad \text{Ec.20}$$

En ningún caso la sección de acero podrá ser menor que:

$$A_{s_{min}} = \frac{14}{F_y} * (b_w * d) \quad \text{Ec.21}$$

La cuantía mínima correspondiente es:

$$\rho_{min} = \frac{14}{F_y} \quad \text{Ec.22}$$

6.4.6.3 CONTROL DE DEFLEXIONES

Al hablar de deflexiones se refiere principalmente a aquella deformación que se ejerce sobre un elemento estructural como el resultado de las deflexiones internas, lo que provoca que se flexione en dirección perpendicular a su eje.

Existe el Método ACI para el control de deflexiones el cual propone dos tipos a niveles de carga de servicio. El primer método es aplicable únicamente a elementos sometidos a flexión los cuales no están ligados a piezas estructurales que puedan ser afectadas, Borja W., Rea J. (2015).

Este método radica en proporcionar un peralte o espesor mínimo a losas y vigas, esto permite que las deflexiones se mantengan dentro de un rango aceptable, ACI 318S. (2005).

Tabla 57. Peraltes mínimos en losas y vigas sugeridos por el código del ACI para el control de deflexiones (ACI-318)

Elemento	Peralte mínimo, h.			
	Simplemente apoyada	Un Extremo Continuo	Ambos Extremos Continuos	Voladizos
	Elementos que no soportan ni están en contacto con tabiquería u otros miembros que pueden ser dañados por deflexiones excesivas			
Losas macizas armadas en un sentido	1/20	1/24	1/28	1/10
Vigas o losas nervadas armadas en una dirección	1/16	1/18,5	1/21	1/8

Fuente: Harmesen T., Mayorca P. (2000)

El segundo método para el control de deflexiones consiste en estimar su magnitud y verificar que no exceda los límites propuestos por el ACI-9.5.2.6. Las flechas máximas se presentan en la **Tabla 58**, Borja W., Rea J. (2015).

Tabla 58. Deflexiones máximas permitidas por el código ACI-318

Tipo de Elemento	Deflexión Considerada	Limitación
Techos llanos que no soportan ni están ligados a elementos no estructurales que pueden ser dañados por deflexiones excesivas.	Deflexión instantánea debida a la aplicación de la carga viva.	1/80
Pisos que no soportan ni están ligados a elementos no estructurales que pueden ser dañados por deflexiones excesivas.	Deflexión instantánea debida a la aplicación de la carga viva.	1/360
Techos o pisos que soportan o están ligados a elementos no estructurales que pueden ser dañados por deflexiones excesivas	Parte de la flecha total que ocurre después de la colocación de los elementos no estructurales.	1/480
Techos o pisos que soportan o están ligados a elementos no estructurales que no se dañan con deflexiones excesivas		

Fuente: Harmesen T., Mayorca P. (2000)

6.4.7 MÉTODO ACI PARA EL CÁLCULO DE DEFLEXIONES

6.4.7.1 Método de Inercia de Sección Agrietada

El dimensionamiento de los elementos sometidos a flexión se basa en la inercia en la sección agrietada suponiendo que la sección de la viga sometida a tracción no ejecuta ningún tipo de trabajo.

Se considera entonces que el momento de inercia crítico, I_{cr} , es el momento de inercia de la sección agrietada considerando la presencia de refuerzo. Para determinar se emplea el concepto de sección transformada, el cual es empleado para análisis elásticos y que es aplicable en este caso en el cual el concreto es analizado bajo condiciones de servicio, Harmesen T., Mayorca P. (2000),

Cabe mencionar que el agrietamiento se produce cuando es alcanzado el valor máximo de módulo de rotura o tracción del hormigón.

El cálculo para determinar el momento de agrietamiento se realizó como indica el código ACI 318 – 9.5.2.3, siendo la ecuación la siguiente.

$$M_{cr} = \frac{f_r * I_g}{y_t} \quad \text{Momento de agrietamiento} \quad \text{Ec.23}$$

Donde:

$f_r = \sqrt{7,5 f'c}$: Módulo de rotura del hormigón

I_g = momento de inercia de la sección neta del hormigón en torno a su eje centroidal, calculado despreciando el área de refuerzo

y_t = distancia desde el eje centroidal de la sección neta hasta la fibra más traccionada

De las ecuaciones de compatibilidad de las deformaciones y su equilibrio se deduce que:

$$c = \left(\sqrt{2n\rho + (n\rho)^2} - n\rho \right) * d \quad \text{Ec.24}$$

Donde:

$$n = \text{Relación modular igual a } n = \frac{E_s}{E_c} \quad \text{Ec.25}$$

c = distancia del eje neutro a la fibra extrema en compresión bajo consideraciones elásticas.

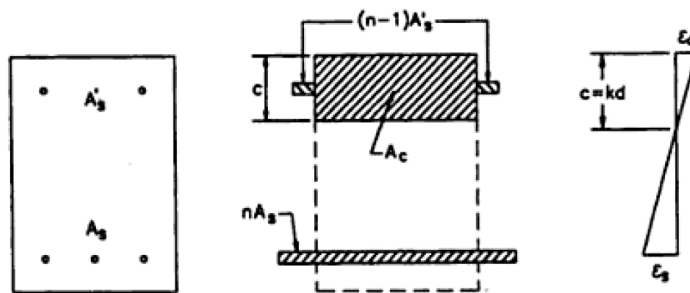


Figura 82. Sección transformada para el cálculo de momento de inercia crítico

Fuente: Harmesen T., Mayorca P. (2000)

Para encontrar los momentos estáticos de la sección con respecto del eje x-x se tiene que:

$$\frac{b*y^3}{3} + nA_s * y - nA_s * d = 0 \quad \text{Ec.26}$$

Con el sistema de ejes paralelos el momento de inercia de sección agrietada transformada se calcula mediante la siguiente formula de inercia critica de una sección rectangular simplemente armada, Borja W, Rea J. (2015).

$$I_{cr} = \frac{b * y^3}{3} + nA_s * (d - y)^2 \quad \text{Ec.27}$$

6.4.7.2 Momento de Inercia Efectiva

El ACI 318 en el comité 435 propone para el cálculo las siguientes expresiones:

- Para miembros continuos en ambos extremos:

$$I_e(\text{promedio}) = 0,70I_{em} + 0,15(I_{e,1} + I_{e,2}) \quad \text{Ec.28}$$

- Para vigas con un extremo continuo:

$$I_e(\text{promedio}) = 0,85I_{e,m} + 0,15(I_{e,3}) \quad \text{Ec.29}$$

Donde:

$I_{e,m}, I_{e,1}, y I_{e,2}$ Son los valores de la inercia efectiva determinados en la mitad de la luz y en los extremos de la viga respectivamente.

La inercia efectiva se realiza mediante la siguiente expresión de cálculo.

$$I_e = \left[\left(\frac{Mcr}{Mmax} \right)^3 * I_g + \left\{ 1 - \left(\frac{Mcr}{Mmax} \right)^3 \right\} * I_{cr} \right] \leq I_g \quad \text{Ec.30}$$

El momento flector crítico se calcula con la siguiente expresión.

$$Mcr = \frac{fr * I_g}{yt} \quad \text{Ec.31}$$

6.4.7.3 Cálculo de deflexiones

Para el cálculo de deflexiones se lo realizara con el módulo de elasticidad del hormigón y el momento de inercia de la sección transformada agrietada (I_e), excepto cuando el momento flector para condiciones de servicio en cualquier sección del elemento no exceda del momento de agrietamiento, podrá usarse el momento de inercia de la sección no agrietada (I_g), Borja W., rea J. (2015).

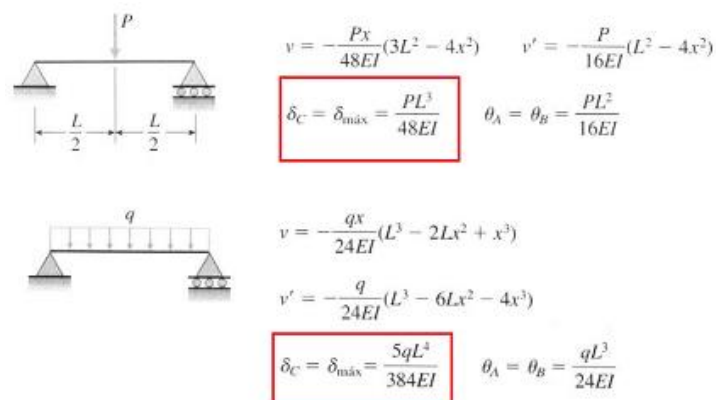


Figura 83. Deflexiones en vigas simplemente apoyadas

Fuente: Dpastori, (2004).

El momento flector que esta sobre una sección influye en su fisuramiento y este, a su vez en su momento de inercia. Por lo tanto la inercia de una sección fisurada está directamente relacionada con el momento flector al que está sometido. Por lo tanto para el uso de las ecuaciones antes mencionadas, para el cálculo de las deflexiones instantáneas en el hormigón es correcta siempre que se reemplace E por E_c , e I por I_e con lo cual obtenemos las siguientes ecuaciones para carga puntual y distribuida en una viga simplemente apoyada, Borja W., Rea J. (2015).

$$y_{max} = \frac{P * L^3}{48 * E_c * I_e} \quad \text{Ec.32}$$

$$y_{max} = \frac{5 * q * L^4}{384 * E_c * I_e} \quad \text{Ec.33}$$

6.5 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

6.5.1 DISEÑO DE UNA VIGA RECTANGULAR SIMPLEMENTE ARMADA

Se diseñó una viga rectangular de 10x10x60 cm, a la cual se le realizó el cálculo del peso propio, carga máxima puntual a soportar, deflexión máxima, cuantía de acero a colocar y la programación para la fabricación de 10 vigas de hormigón sin FRN y con FRN.

Para realizar el cálculo se utilizó el módulo de ruptura obtenido en la presente investigación, con el fin de determinar el aporte que tienen las propiedades del hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumático, respecto al hormigón convencional.

6.5.2 METODOLOGÍA

6.5.2.1 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

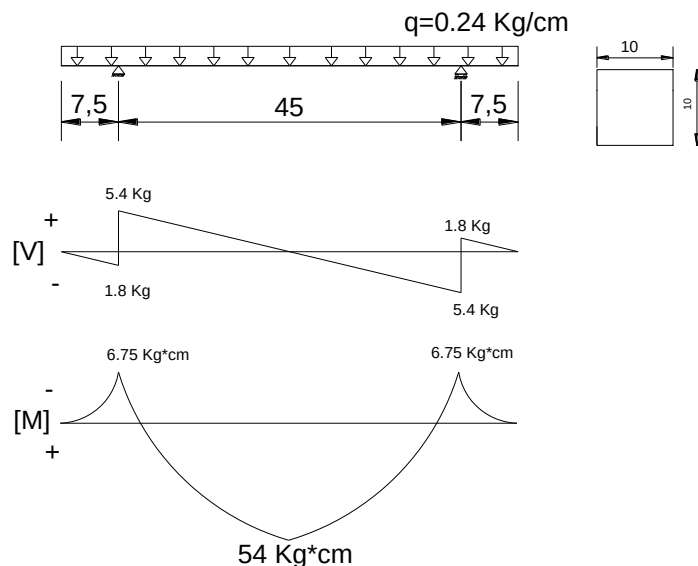
Se inició calculando el momento máximo de la viga propuesta, para encontrar el área de acero requerida.

Después se buscó la varilla adecuada que cumpla con el área de acero requerida que sea comercial, se procedió al cálculo de la deflexión máxima indicada por el ACI-95.2.6 Tabla 7.3 y mediante el método de inercia de sección agrietada.

Con los datos obtenidos se calculó un estimado de la carga P , que deberá soportar la viga rectangular simplemente armada.

6.5.2.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE UNA VIGA RECTANGULAR SIMPLEMENTE ARMADA

6.5.2.2.1 Cálculo de momentos



6.5.2.2.2 Datos de diseño

DATOS:			
q=	0.24 kg/cm	f'c=	210 kg/cm ²
Long	45 cm	Fy=	4200 kg/cm ²
b=	10 cm	Mr=	31,24 kg/cm ²
a=	10 cm	Mu=	54 kg*cm
d=	7.5 cm	P=	?
r=	2.5 cm		

6.5.2.2.3 Cálculo del área de acero

$$\rho_{min} = \frac{14}{f_y} \quad \rho_{min} = \frac{14}{4200 \text{ kg/cm}^2} \quad \rho_{min} = 0,0033333$$

$$\rho_{cal} = \frac{0.85 * f'c}{f_y} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{0.85 * f'c * \phi * b * d^2}} \right)$$

$$\rho_{cal} = \frac{0.85 * 210 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 54}{0.85 * 210 * 0,9 * 10 * 7,5^2}} \right)$$

$$\rho_{cal} = 0,0000254$$

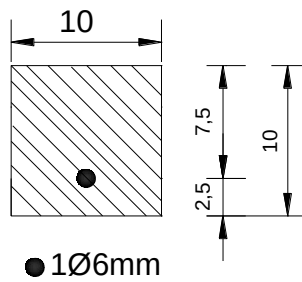
Por lo tanto, el cálculo para encontrar el área de acero se realiza con la cuantía mínima.

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 0,00333 * 10 * 7,5$$

$$A_s = 0,25 \text{ cm}^2$$

Entonces, se necesita 1 varilla de 6 mm de diámetro que nos da un área real colocada en la viga rectangular de 0,28 cm², dicha área satisface el área requerida, quedando de la siguiente manera:



6.5.2.2.4 Cálculo de deflexiones

No se deben exceder los límites propuestos por el ACI-95.2.6 tabla 7.3

$$y_{max} = \frac{L}{480} \qquad y_{max} = \frac{45}{480} \qquad y_{max} = 0,09375cm$$

Método de inercia agrietada de sección agrietada.

$$n = \frac{Es}{Ec} \qquad n = \frac{2,1 * 10^6}{15000 * \sqrt{210}} \qquad n = 9,66$$

$$c = \left(\sqrt{2n\rho + (n\rho)^2} - n\rho \right) * d$$

$$c = \left(\sqrt{2 * 9,66 * 0,00333 + (9,66 * 0,00333)^2} - 9,66 * 0,00333 \right) * 7,5$$

$$c = 1,68 \text{ cm} \quad \text{se encuentra ubicada la zona de compresión}$$

Cálculo de la inercia crítica para viga de sección rectangular simplemente armada

$$I_{cr} = \frac{10 * y^3}{3} + nAs * (d - y)^2$$

$$I_{cr} = \frac{10 * 1,68^3}{3} + 9,66 * 0,28 * (7,5 - 1,68)^2$$

$$I_{cr} = 108,34cm^4$$

Cálculo del momento de Agrietamiento

$$y_t = d - c \qquad y_t = 7,5 - 1,68 \qquad y_t = 5,82$$

yt= eje centroidal de la sección bruta hasta la fibra más fraccionada

$$M_{cr} = \frac{f_r * I_g}{y_t} \qquad M_{cr} = \frac{31,24 * 833,33}{5,82}$$

$$M_{cr} = 4470,87 \text{ kg} * \text{cm}$$

6.5.2.2.5 Cálculo estimado de la carga “P”

Para el cálculo de la carga P se deberá considerar en forma proyectada la carga que se aplicara en el centro de la viga, y que además se debe considerar el efecto que produce el peso propio, con el fin de poder estimar en forma apropiada la carga que deberá soportar en teoría la viga rectangular simplemente armada, Uribe R. (2004).

$$M_{max \text{ pp}} = 54 \text{ kg} * \text{cm}$$

Este es el momento máximo originado por el peso propio de la viga.

Después se calcula el momento máximo producido por la carga aplicada en el centro de la viga.

$$M_{max} = \frac{P * L}{4} \qquad M_{max} = \frac{P * 45}{4} \qquad M_{max} = 11,25 * P$$

De esta manera, se obtiene el momento máximo en función de la carga “P” aplicada en los tercios, la cual es una incógnita por resolver. Esto se determina con la siguiente igualdad:

$$M_{max \text{ pp}} + M_{max} = Mult \text{ (Momento de agrietamiento)}$$

Reemplazando

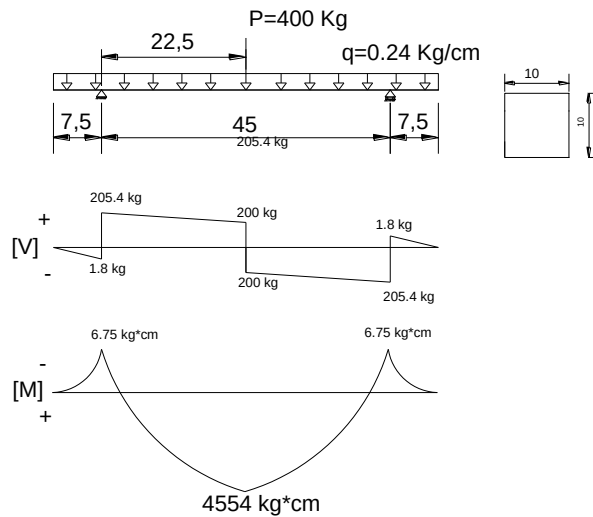
$$54,00 + 11,25 P = 4470,87$$

$$P = \frac{4470,87 - 54,00}{11,25}$$

$$P = 392,61 \text{ kg}$$

Por lo tanto, la carga “P” de diseño para las condiciones del ensayo será de 400,00 kg

Entonces quedando la estructura de la siguiente manera:



DATOS:			
q=	0,24 kg/cm	f'c=	210 kg/cm ²
Long	45 cm	Fy=	4200 kg/cm ²
b=	10 cm	Mr=	31,24 kg/cm ²
a=	10 cm	Mu=	4554,00 kg*cm
d=	7,5 cm	P=	400 kg
r=	2,5 cm		

Cálculo del área de acero

$$\rho_{min} = \frac{14}{f_y} \quad \rho_{min} = \frac{14}{4200 \text{ Kg/cm}^2} \quad \rho_{min} = 0,0033333$$

$$\rho_{cal} = \frac{0.85 * f'c}{f_y} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{0.85 * f'c * \phi * b * d^2}} \right)$$

$$\rho_{cal} = \frac{0.85 * 210 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 4554,00}{0.85 * 210 * 0,9 * 10 * 7,5^2}} \right)$$

$$\rho_{cal} = 0,001973436$$

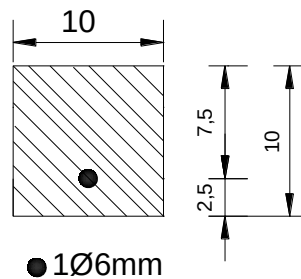
Por lo tanto el cálculo para encontrar el área de acero se realiza con la cuantía mínima.

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 0,00333 * 10 * 7,5$$

$$A_s = 0,25 \text{ cm}^2$$

Entonces se necesita 1 varilla de 6 mm de diámetro que nos da un área real colocada en la viga rectangular de 0,28 cm², dicha área satisface el área requerida, quedando de la siguiente manera:



6.5.2.2.6 Cálculo de deflexiones

No se deben exceder los límites propuestos por el ACI-95.2.6 *Tabla 7.3*

$$y_{max} = \frac{L}{480} \quad y_{max} = \frac{45}{480} \quad y_{max} = 0,09375 \text{ cm}$$

Método de inercia agrietada de sección agrietada.

$$n = \frac{E_s}{E_c} \quad n = \frac{2,1 * 10^6}{15000 * \sqrt{210}} \quad n = 9,66$$

$$c = \left(\sqrt{2n\rho + (n\rho)^2} - n\rho \right) * d$$

$$c = \left(\sqrt{2 * 9,66 * 0,00333 + (9,66 * 0,00333)^2} - 9,66 * 0,00333 \right) * 7,5$$

$$c = 1,68 \text{ cm} \quad \text{se encuentra ubicada la zona de compresión}$$

Cálculo de la inercia crítica para viga de sección rectangular simplemente armada

$$I_{cr} = \frac{10 * y^3}{3} + nA_s * (d - y)^2$$

$$I_{cr} = \frac{10 * 1,68^3}{3} + 9,66 * 0,28 * (7,5 - 1,68)^2$$

$$I_{cr} = 108,34 \text{ cm}^4$$

Cálculo del momento de Agrietamiento

$$y_t = d - c \qquad y_t = 7,5 - 1,68 \qquad y_t = 5,82$$

$$M_{cr} = \frac{f_r * I_g}{y_t}$$

$$M_{cr} = \frac{31,24 * 833,33}{5,82}$$

$$M_{cr} = 4470,87 \text{ kg} * \text{cm}$$

Cálculo del momento de Inercia Efectiva

$$I_e = \left[\left(\frac{M_{cr}}{M_{max}} \right)^3 * I_g + \left\{ 1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_{max}} \right)^3 \right\} * I_{cr} \right] \leq I_g$$

$$I_e = \left[\left(\frac{4449,40}{6804,00} \right)^3 * 833,33 + \left\{ 1 - \left(\frac{4449,40}{6804,00} \right)^3 \right\} * 108,34 \right] \leq 833,33$$

$$I_e = 687,01 \leq 833,33 \text{ --- Ok}$$

Cálculo de la flecha máxima de la carga distribuida

$$y_{max} = \frac{5 * q * L^4}{384 * E_c * I_e} \quad 188$$

$$y_{max} = \frac{5 * 0,24 * 45^4}{384 * 15000 \sqrt{210} * 687,01}$$

$$y_{max} = 0,00009 \text{ cm}$$

Cálculo de la flecha máxima de la carga puntual “P”

$$y_{max} = \frac{P * L^3}{48 * E_c * I_e}$$

$$y_{max} = \frac{600 * 45^3}{48 * 15000\sqrt{210} * 687,01}$$

$$y_{max} = 0,00509 \text{ cm}$$

Cálculo de la flecha máxima total

$$y_{total} = 0,00009 \text{ cm} + 0,00509 \text{ cm}$$

$$y_{max} = 0,0051 \text{ cm}$$

6.5.2.3 FABRICACIÓN DE LAS VIGAS DE CONCRETO ARMADO CON INCORPORACIÓN DE FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICOS

6.5.2.3.1 Elaboración de los encofrados

Se elaboró 10 moldes de 10x10x60 cm, con un recubrimiento de 2,5 cm y una altura efectiva de 7,5 cm., en tableros de MDP Hidroresistente que es un material hidrófugo que garantiza un comportamiento adecuado ante situaciones de humedad ambiental, evitando pandeos o quebraduras provocados por la absorción del agua, además de ser utilizado ampliamente en la construcción para encofrados, panelamiento de paredes u otras aplicaciones.



Figura 84. Aglomerado Hidrófugo
Elaborado por: Tablero Galido S.A



Figura 85. Encofrado para vigas de concreto armado

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

Para mantener la distancia de 2,5 cm de recubrimiento se realizaron agujeros en la cara frontal y posterior de los moldes, de manera que, los extremos de la varilla de

6 mm queden embebidos en los tableros de aglomerado 1,5 cm en cada lado para que se mantenga perfectamente alineada durante el vertido y compactado del hormigón.



Figura 86. Orificios para colocación de la varilla

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

Los extremos sobresalientes de la varilla para el ensayo a flexión de las vigas no presentaron problemas para los ensayos de flexión por lo tanto, no se cortaron estos extremos, quedando la apariencia de la probeta de esta manera:



Figura 87. Probeta de concreto armado para ensayo a flexión

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

6.5.2.3.2 Programación para la producción y ensayo de vigas

El método que se escogió para la realización de la mezcla definitiva es mediante el método de Densidad Óptima para una resistencia de 210 kg/cm^2 , la programación para la fabricación y ensayos son los que se muestran a continuación en la **Tabla 59**.

Tabla 59. Programación para la fabricación y ensayos de vigas rectangulares simplemente armadas

MEZCLADO	FECHA DE ELABORACIÓN DE LA MEZCLA	NÚMERO DE PROBETAS ELABORADAS	FECHA DE ENSAYO (28 DÍAS)	TIPO DE ENSAYO
1ra Parada	22/02/2016	5 vigas sin FRN	23/03/2016	Flexión
2da Parada	22/02/2016	5 vigas con FRN	23/03/2016	Flexión

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

6.5.2.3.3 Elaboración de vigas rectangulares simplemente armadas

El proceso de elaboración es el mismo mencionado en el Capítulo II de metodología, para las fotografías ver el ANEXO 5.

Previo a la corrección de humedad para la obtención de la dosificación final se realizó el ensayo de peso volumétrico de la FRN, utilizando la NTE INEN 858:2010, como indica la *Tabla 60*.

Tabla 60. Datos de ensayos para obtener el peso volumétrico de la FRN

INFORMACIÓN GENERAL 1					
INFORMACIÓN DE ENSAYO: PESO VOLUMÉTRICO- FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO		TESIS: Análisis a flexión en vigas de concreto armado, compuestas de hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumático, y su influencia en la cuantía de acero en un hormigón estructural de f'c = 210 kg/cm².			
ORIGEN: FACERQUIM-AMBATO					
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO					
DESCRIPCIÓN		VALORES DE LOS ENSAYOS			
ENSAYO N°		1	2	3	4
Masa del recipiente + placa	g	4463,00	4463,00	4463,00	4463,00
Masa del recipiente + agua + placa	g	7472,00	7472,00	7472,00	7472,00
Densidad del agua a 21°C	g/cm³	0,998	0,998	0,998	0,998
Volumen del recipiente	cm³	3014,79	3014,79	3014,79	3014,79
FRN compactado+ recipiente+placa	g	5541,00	5632,00	5656,00	5655,00
Masa de la FRN compactada	g	1078,00	1169,00	1193,00	1192,00
Masa Unitaria Compactada de la FRN	g/cm³	0,36	0,39	0,40	0,40
PESO VOLUMÉTRICO DE FRN PROMEDIO		g/cm³	0,38		
NORMA	Adaptación de la INEN 858				

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache

José Bladimir Villalba Rea

Con la obtención de este dato se puede, calcular el valor del volumen de la fibrilla contenida en el hormigón.

Datos:

$$Masa = Densidad * Volumen$$

Masa del hormigón = 79002,473 gramos

Masa de la FRN= 1660,415 gramos

Masa total del Hormigón con FRN = 80662,89 gramos

Si 80662,89 gr -----100%

Entonces 1660,415 gr-----X %

X= 2,06 % de masa de FRN en el hormigón

$$Volumen = \frac{Masa}{Densidad}$$

Volumen del Hormigón = 35910,22 cm³

Volumen de la FRN = 4322,80 cm³

Volumen total del Hormigón con FRN= 40233,01 cm³

Si 40233,01 cm³ -----100%

Entonces 4322,08 cm³-----X %

X= 10,74 % de volumen de FRN en el hormigón

6.5.2.3.4 Dosificación final del hormigón convencional.

AGUA	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	% FRN	% FRN en masa total	Volumen de FRN	UNIDAD
9,42	15,29	23,87	41,51	0,00	0,00	0,00	(kg)
0,62	1	1,56	2,72	0,00			u _{cimento}
					Asentamiento	4,5	Cm

6.5.2.3.5 Dosificación final del hormigón modificado con FRN

AGUA	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	4 % FRN	% FRN en masa total	% Volumen de FRN	UNIDAD
9,42	15,29	23,87	39,85	1,66	2,06	10,74	(kg)
0,62	1	1,56	2,61	0,11			U _{cimento}
					Asentamiento	5,7	cm

NOTA: Los datos de dosificación se encuentran en **ANEXO 5** de este capítulo.

6.5.2.4 ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGAS RECTANGULARES DE CONCRETO ARMADO

Se realizaron ensayos a flexión en vigas de 10x10x60 cm en hormigón convencional y modificado con fibrillas de neumáticos, de acuerdo a las especificaciones de la normativa **ASTM C 293-79 Método estándar para determinar la flexión del concreto (Usando una viga con carga en el centro de la luz)**, a la vez que se determinó la deformación en el rango elástico mediante la aplicación de un deformímetro en el plato inferior de la Prensa Electro-Hidráulica, ver **Figura 88** y también se realizó la observación del tiempo en que se desarrollaron las fisuras.

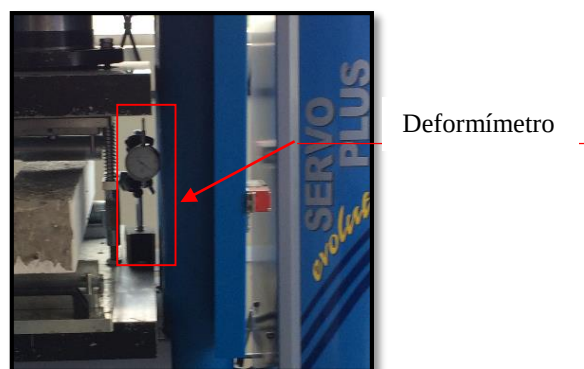


Figura 88. Deformímetro adaptado al Ensayo de Flexión en Vigas

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

6.5.2.4.1 Observación del comportamiento a flexión de las vigas de hormigón convencional y modificado

Los ensayos a flexión en vigas proporcionaron datos cualitativos y cuantitativos del comportamiento del hormigón modificado con fibras que a su vez se comparó con el comportamiento del hormigón convencional. Se destaca que, las partes de las vigas del hormigón con fibras no se separaron después de haber llegado a la rotura, ver *Figura 90*; mientras que el hormigón convencional si presentó un colapso total, ver *Figura 89*.

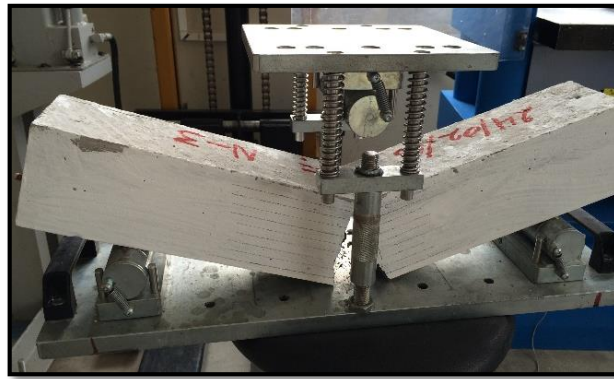


Figura 89. Viga de hormigón convencional $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ llevada a la rotura

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea



Figura 90. Viga de hormigón modificado $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ llevada a la rotura

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

Cabe destacar que después de la ruptura de las vigas de hormigón modificado las partes de las mismas se mantienen unidas por las fibrillas de neumático, a pesar de que la varilla de acero corrugado también llegó a la ruptura, ver *Figura 92*, por tal razón, para separar completamente las partes de las vigas se aplicó una fuerza adicional con el puño de la mano, ver *Figura 91*.



Figura 91. Separación de las partes de la viga de hormigón modificado

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

Este comportamiento de las vigas con hormigón modificado se debe a la adherencia fibra-matriz, como se observa en la *Figura 92*, demostrando experimentalmente, que las fibrillas actúan durante la fisuración del hormigón y después del colapso del acero, como un micro-reforzamiento que intercepta la fisuración para detener la propagación de la grieta.

Para elevar la absorción de energía se deben propiciar fenómenos de arrancamiento y evitar la rotura de las fibras, hecho que no debe producirse porque daría lugar a una rotura frágil (caída vertical), en vez de una rotura dúctil, Mármol P. (2010).

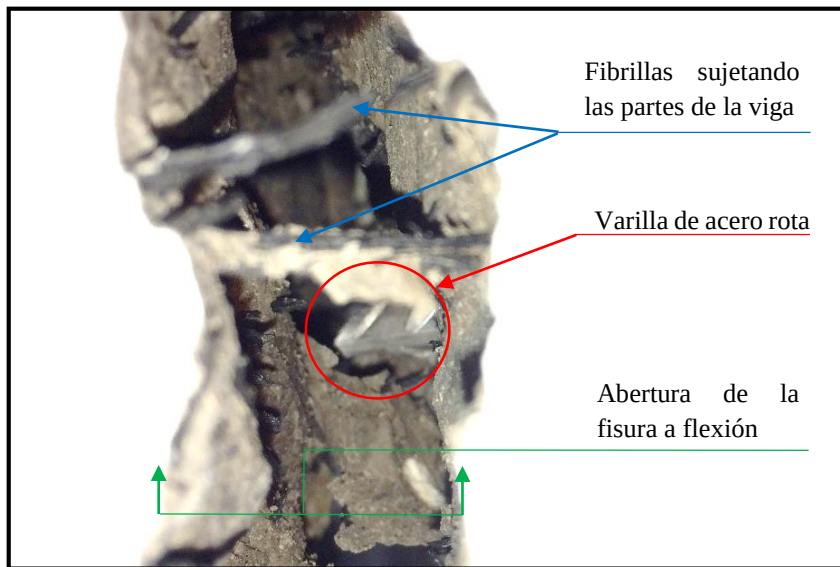


Figura 92. Vista interna de la fisura a flexión de una viga simplemente armada de hormigón modificado

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

Las fibras confinan (resistencia extra frente a dilatación o expansión) al hormigón aumentando la resistencia al inicio y en la propagación de las fisuras principales y de las microfisuras internas de adherencia, Mármol P. (2010).

6.5.2.4.2 Sección transversal del hormigón modificado con fibrillas

De acuerdo a los conceptos que se manejan sobre los aspectos fundamentales del hormigón con fibras se cita que: la distribución de las fibras en un hormigón, es un parámetro denominado **Eficiencia de las Fibras** y de importancia para precisar las características mecánicas de este tipo de hormigón.

La forma de cálculo no está definido para fibras discontinuas con una distribución casual como es el caso de las fibras artificiales de tipo orgánico (fibrillas de neumáticos reciclados), debido a la falta de estudios específicos. De manera experimental puede definirse el intervalo entre fibras como la distancia media entre la intercepción de la proyección de las fibras individuales en un plano con base

lineal de longitud l_b , dibujado sobre el mismo plano, Macías J., Artola, M., Hernández P. (2006).

La distribución homogénea de las fibras constituyen una micro-armadura en la matriz del hormigón, que por un lado es eficaz para contrastar el fenómeno de la fisuración por retracción y por otro confiere ductilidad al hormigón además de aportar en tales circunstancias gran tenacidad, Gallovich A., Rossi B., Perri G., et al. (2014).

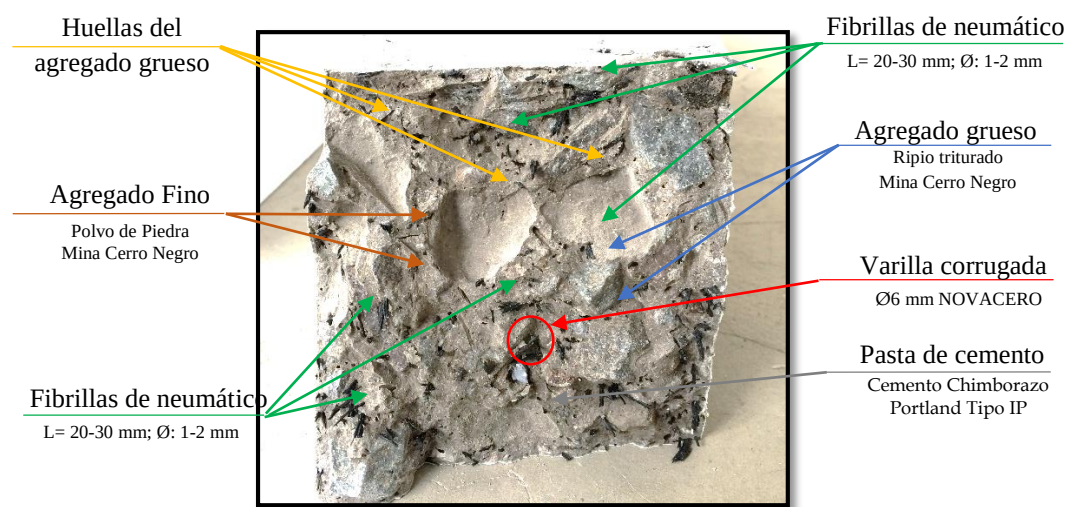


Figura 93. Sección transversal en la zona de fisuración de una viga simplemente armada de hormigón modificado

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

Después de separar las partes de una de las vigas de hormigón modificado ensayadas, se observó la apariencia de su sección transversal, como muestra la figura, en la cual destacan las fibrillas de neumático homogéneamente distribuidas en la pasta de cemento, también se aprecian fibras cortadas y otras arrancadas.

Una característica importante observada corresponde a que no se aprecia desmoronamiento o fisuración del hormigón que se encuentra alrededor de las fibras, lo cual demuestra que existe una capacidad adherente fibra-matriz.

6.5.2.4.3 Tiempo de fisuración de vigas sometidas a cargas de flexión

De los ensayos a flexión realizados en la *Segunda Etapa* se conoce que el tiempo que toma una viga modificada en llegar a la ruptura es mayor al tiempo que requiere una viga convencional, por lo tanto se decidió cuantificar el tiempo de fisuración de estos hormigones, para lo cual se marcaron líneas horizontales a cada centímetro de distancia en la parte lateral de las vigas, ver *Figura 94*, de forma paralela, se tomaron los datos de carga aplicada a la viga hasta su ruptura y el tiempo de desarrollo de las grietas a cada centímetro de distancia.

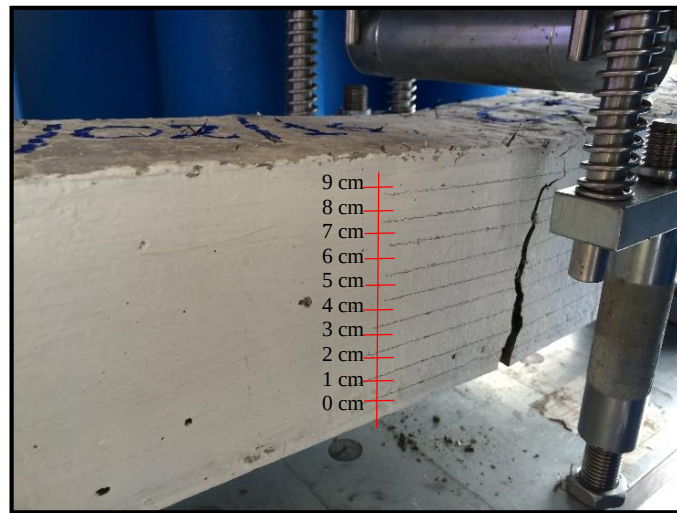


Figura 94. Control del tiempo de fisuración de la viga

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

6.5.2.5 TABULACIÓN DE RESULTADOS

6.5.2.5.1 Ensayo a flexión en vigas

Los resultados de los ensayos a flexión en vigas de hormigón convencional y modificado son los siguientes:

Tabla 61. Ensayos a flexión en vigas simplemente armadas de hormigón convencional

COD.	CARGA MÁXIMA (kN)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	MOMENTO (Tn-m)
SF N-1	14.413	9.729	0.165
SF N-2	14.784	9.979	0.170
SF N-3	14.431	9.741	0.166
SF N-4	13.863	9.358	0.159
SF N-5	13.649	9.213	0.157
PROMEDIO	14.228	9.604	0.160

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

Tabla 62. Ensayos a flexión en vigas simplemente armadas de hormigón modificado

COD.	CARGA MÁXIMA (kN)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	MOMENTO (Tn-m)
CF N-1	15.000	10.125	0.172
CF N-2	14.800	9.990	0.170
CF N-3	15.498	10.461	0.178
CF N-4	15.863	10.461	0.178
PROMEDIO	15.290	10.259	0.170

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

Las Tabla 61 y Tabla 62 muestran que el hormigón modificado presente una mayor resistencia a las cargas a flexión que un hormigón convencional, mejorando la aportación de las fibrillas en el módulo de rotura en un 6.82%.

Los resultados experimentales muestran cualitativamente el comportamiento analizado anteriormente del hormigón modificado. La configuración geométrica de las fibras, su eficiencia en la matriz del hormigón y el porcentaje óptimo incorporado en el hormigón, son parámetros que se conjugan para determinar el comportamiento del hormigón modificado con fibras y el resultado óptimo depende una adecuado combinación de todos estos factores, Gallovich A., Rossi B., Perri G., *et al.* (2012).

6.5.2.5.2 Tiempo de fisuración, cargas máximas y deflexión de las vigas ensayadas a flexión.

Las siguientes tablas muestran los resultados del tiempo en que se desarrollan los agrietamientos en las vigas y la deformación, mediante la aplicación del deformímetro.

Tabla 63. Viga N-1 de hormigón modificado y viga de hormigón patrón o convencional

VIGA N-1 H. MODIFICADO CON FRN			
Tiempo (s)	Fisura (cm)	Carga (kN)	Deform. (mm)
28	Inicia		
28	fisura	8	0,530
30	1		
32	2		
37	3		
41	4	9	0,700
42	5		
82	7	13	2,050
90	9	14	2,56
106	Rotura	-	-

VIGA N-1 H. CONVENCIONAL SIN FRN			
Tiempo (s)	Fisura (cm)	Carga (kN)	Deform. (mm)
27	Inicia		
28	0	10	0,850
29	1		
32	2		
43	3		
44	4		
60	5		
60,1	6	12	1,23
60,4	7		
80	8	13	1,55
89	10	13	-

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

Tabla 64. Viga N-2 de hormigón modificado y viga de hormigón patrón o convencional

VIGA N-2 H. MODIFICADO CON FRN			
Tiempo (s)	Fisura (cm)	Carga (kN)	Deform. (mm)
36	Inicia		
42	fisura	9	0,740
43	1		
44	2		
45	3		
46	4		
57	5	10	1,01
68	6	11	1,38
80	7	13	1,71
97	8		

VIGA N-2 H. CONVENCIONAL SIN FRN			
Tiempo (s)	Fisura (cm)	Carga (kN)	Deform. (mm)
49	Inicia		
49	fisura	10	0,850
50	1		
51	2		
52	3		
53	4		
54	5	11	1,01
67	6	13	1,55
68	7		
87	8		

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

Tabla 65. Viga N-3 de hormigón modificado y viga de hormigón patrón o convencional

VIGA N-3 H. MODIFICADO CON FRN				VIGA N-3 H. CONVENCIONAL SIN FRN			
Tiempo (s)	Fisura (cm)	Carga (kN)	Deform (mm)	Tiempo (s)	Fisura (cm)	Carga (kN)	Deform. (mm)
36	Inicia			24	Inicia		
41	Fisura	8	0,400	24	fisura	8	0,450
42	1			28	1	9	0,560
43	2			37	2		
48	3	10	0,740	39	3	10	0,760
76	4	12	1,190	40	4		
79	5			41	5		
90	6	14	1,99	42	6		
91	7			59	7	12	1,67
100	8			60	8		
111	9	15	2,60	61	9		
				91	Rotura	14	-

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

La capacidad que tienen las fibrillas de neumáticos de mantener unidas las partes de la viga, da lugar a esfuerzos adicionales permitiendo que el hormigón también trabaje a flexión., de esta manera la varilla de acero no absorbe todos los esfuerzos producidos por estas cargas, mejorando así las propiedades mecánicas del hormigón.

6.5.2.6 COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL HORMIGÓN ARMADO CON FRN Y SIN FRN

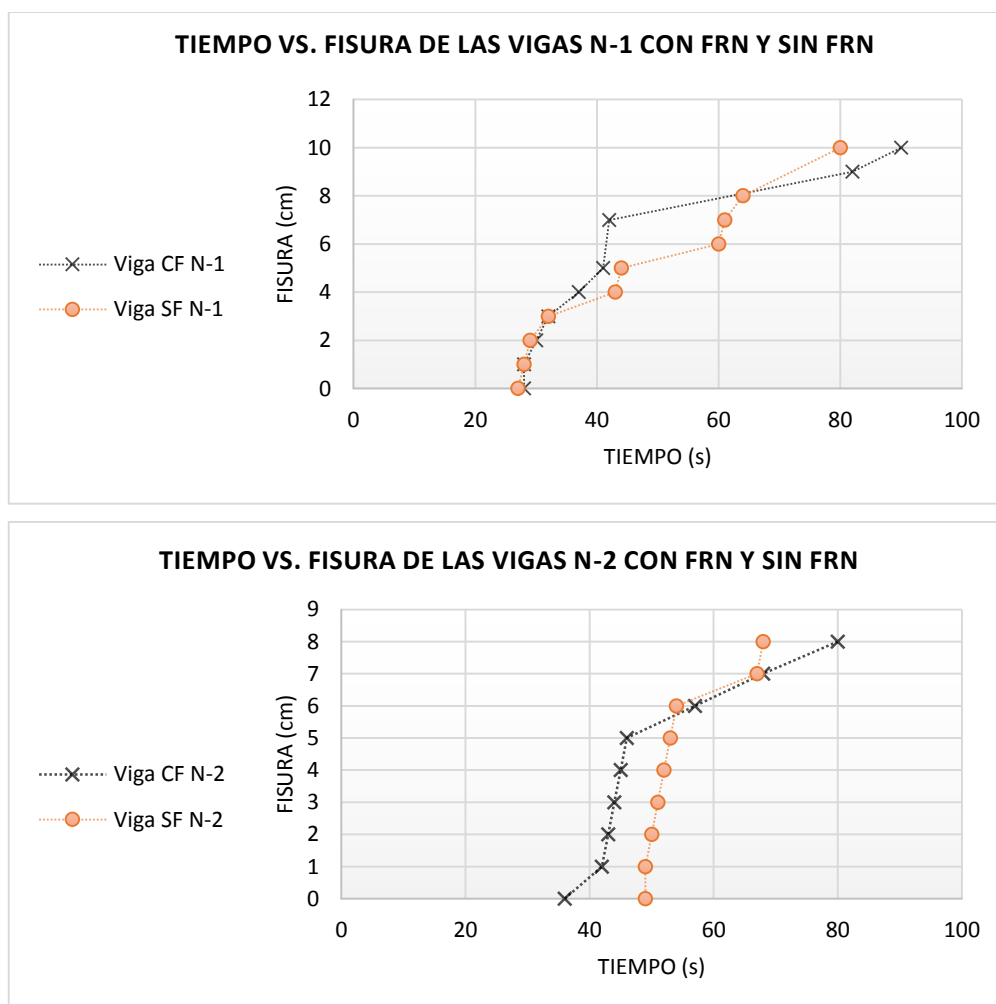
La Tabla 66, muestra el resumen de los datos del apartado anterior, en el cual se calculó un promedio del tiempo de fisuración de las vigas, la deformación en mm y la carga máxima en kN.

Tabla 66. Cuadro de resultados

RESUMEN DE DATOS: VHC vs VHM				
TIPO DE HORMIGÓN	Tiempo (s)	Fisura (cm)	Carga (kN)	Deform. (mm)
VIGA DE HC SIN FRN	89	8,33	13,33	1,59
	100%	100%	100%	100%
VIGA DE HM CON FRN	105	9,00	14,00	2,29
	112%	108%	105%	144%

Elaborado por: Aracelly Estefanía Rodríguez Almache
José Bladimir Villalba Rea

El gráfico Tiempo- Fisura muestra visualmente la propagación de la grieta en cm. de los dos tipos de hormigones.



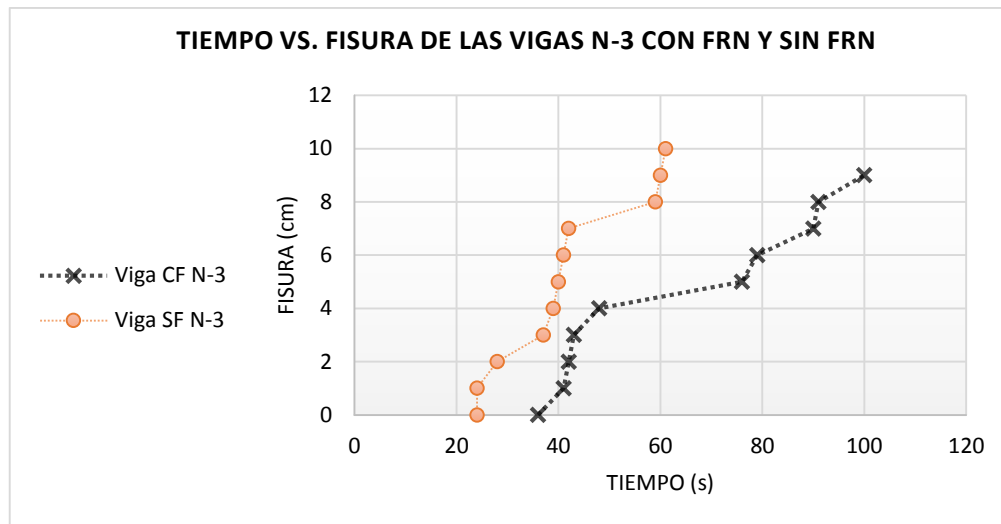


Figura 95. Diagrama Tiempo Vs. Fisura de las vigas N-1; N-2; N-3 con FRN y sin FRN

NOMENCLATURA:

Viga CF: Viga con incorporación de fibrillas

N-X: Identificación de la viga

Viga SF: Viga sin incorporación de fibrillas

FRN: Fibrillas Recicladas de Neumático

La característica de ductilidad adquirida por el hormigón modificado depende en buena medida de la geometría de las fibras (forma y dimensiones longitudinales y transversales), ya que estadísticamente se ha demostrado que la resistencia a la tracción incrementa, como consecuencia directa del incremento estadístico de la longitud de fibra a extraer, Gallovich A., Rossi B., Perri G., et al. (2012).

El fenómeno de fisuración en el hormigón modificado es un mecanismo interesante dentro de los hormigones modificados con fibrillas, ya que estas evitan la propagación de grietas y el colapso inmediato post-fisuración, produciendo tensiones últimas de ruptura altas y deformaciones mayores.

Siendo un factor importante la geometría de las fibras para el comportamiento del hormigón, se obtiene la relación de forma con un valor de 12.5 ($L/D = \text{longitud/diámetro equivalente}$).

Mediante estudios realizados con fibras de acero han concluido que la relación de forma debe ser suficientemente elevada, oscilando entre un valor de 45 y 70, Macías J., Artola, M., Hernández P. (2006).

La dosificación es considerada por los autores Gallovich A., Rossi B., Perri G., et al. (2012), como la cantidad efectiva de fibras en el hormigón (kg/m^3 ó $\%V_f$) que ciertamente inciden notablemente, junto con las características geométricas y mecánicas de la fibra, sobre el grado de ductilidad y tenacidad del hormigón modificado.

La dosificación óptima para el hormigón modificado con fibrillas de neumático reciclado es de: $65,21 \text{ kg/m}^3$ y 10,74% en volumen.

La dosificación recomendada para hormigón con fibras de acero es de 20-25 kg/m^3 (0,025% - 0,03% en volumen), Gallovich A., Rossi B., Perri G., et al. (2012).

Para fibras de polipropileno la dosificación es de 900 g/m^3 , Macías J., Artola, M., Hernández P. (2006).

6.5.2.7 Análisis de Costos

El planteamiento del análisis económico tiene como base el costo unitario por metro cúbico tanto del hormigón convencional como del modificado.

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

PROYECTO: TESIS: "Análisis a flexión en vigas de concreto armado, compuestas de hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumático, y su influencia en la cuantía de acero en un hormigón estructural de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$."

UBICACION: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO CAMPUS MS. EDISON RIERA

OFERENTE: TESISTAS

ELABORADO: TESISTAS

FECHA: 05 DE MAYO DE 2016

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

<u>RUBRO</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>P.UNITARIO</u>	<u>P.TOTAL</u>
001	H. Simple de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	m3	1,00	111,16	111,16
002	H. Modificado de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	m3	1,00	114,43	114,43

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 001

UNIDAD: m3

DETALLE : H. Simple de f'c=210kg/cm²

ESPECIFICACIONES: Dosificación según diseño de hormigón.

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					1,65
Concretera 1 saco	1,00	5,00	5,00	1,0000	5,00
Vibrador	1,00	3,75	3,75	1,0000	3,75
SUBTOTAL M					10,40

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Peón	EO-E2	8,00	3,26	26,08	1,0000	26,08
Albañil	EO-D2	2,00	3,30	6,60	1,0000	6,60
Maestro de estructura mayor	EO-C1	0,10	3,66	0,37	1,0000	0,37
SUBTOTAL N						33,05

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
Cemento Chimborazo	kg	397,28	0,145	57,61
Árido fino(polvo de piedra)	m3	0,39	8,00	3,12
Árido grueso (ripio triturado)	m3	0,69	10,00	6,90
Agua	m3	0,17	0,50	0,09
FRN (fibrilla reciclada de neumático)	m3	0,00	0,00	0,00
SUBTOTAL O				67,71

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PREC.TRANS. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
				0,00
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	111,16
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 0,00	0,00
OTROS INDIRECTOS(%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	111,16
VALOR OFERTADO	111,16

RUBRO : 002

UNIDAD: m3

DETALLE : H. Modificado de $f'c=210\text{kg/cm}^2$

ESPECIFICACIONES: Dosificación según diseño de hormigón.

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					1,65
Concretera 1 saco	1,00	5,00	5,00	1,0000	5,00
Vibrador	1,00	3,75	3,75	1,0000	3,75
SUBTOTAL M					10,40

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Peón	EO-E2	8,00	3,26	26,08	1,0000	26,08
Albañil	EO-D2	2,00	3,30	6,60	1,0000	6,60
Maestro de estructura mayor	EO-C1	0,10	3,66	0,37	1,0000	0,37
SUBTOTAL N						33,05

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
Cemento Chimborazo	kg	383,70	0,145	55,64
Árido fino(polvo de piedra)	m3	0,39	8,00	3,12
Árido grueso (ripio triturado)	m3	0,66	10,00	6,60
Agua	m3	0,17	0,50	0,09
FRN (fibrilla reciclada de neumático)	kg	65,2100	0,09	5,54
SUBTOTAL O				70,98

<i>TRANSPORTE</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PREC.TRANSP. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
					0,00
SUBTOTAL P					0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	114,43
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 0,00	0,00
OTROS INDIRECTOS(%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	114,43
VALOR OFERTADO	114,43

La utilización de fibras de neumático en el hormigón por ser un material reciclable permite mitigar el impacto ambiental generado por los neumáticos, sin embargo en costos no refleja una economía, ya que el hormigón modificado supera al convencional en \$ 3,27 dólares americanos por metro cúbico, debido a que la fibrilla es adquirida en la ciudad de Ambato, encareciendo el costo por transporte. Además de que, dicha fábrica no posee la maquinaria de trituración de neumáticos por lo tanto, adquiere la fibrilla de un proveedor, comercializando así este material a un costo, mayor del costo de producción.

6.6 CONCLUSIONES

- El hormigón modificado con fibrillas elastoméricas influyen en una viga de concreto armado mediante el mejoramiento de algunas de sus características mecánicas como: el incremento de la ductilidad del hormigón, mayor capacidad de adherencia hormigón-acero que en un hormigón convencional, un buen comportamiento post-fisuración del hormigón mediante el control de las grietas en intervalos de tiempo prolongados, resistencia de altas cargas a flexión y deformaciones mayores.
- En los actuales códigos de diseño, la resistencia a la flexión del hormigón no se encuentra en las consideraciones de cálculo debido a su conducta frágil ante estas cargas; con la incorporación de la fibrilla elastomérica la resistencia a cargas de flexión incrementa, de tal manera que esta propiedad del hormigón puede ser considerada como un parámetro de diseño.
- En la actualidad la utilización de las fibrillas de neumático como material reciclable en la construcción no representa una economía, ya que en la localidad no se cuenta con proyectos y normativas encaminadas al reciclaje y reutilización de los neumáticos fuera de uso, y en el campo de la construcción es totalmente inexistente un proceso industrializado que

permita producir fibras de determinadas características para su aplicación en hormigón estructural, debido a que este tema continúa en investigación.

6.7 RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con la investigación del tema propuesto, considerando como datos de partida los valores de las propiedades determinadas para un hormigón modificado con fibrillas elastoméricas de resistencia a la compresión de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, principalmente en la configuración geométrica de las fibrillas, donde se sugiere incrementar la relación de aspecto L/D , mejorando de esta manera la resistencia a la tracción de las mismas, el tiempo de agrietamiento y la resistencia a la flexión.
- La continuación de este tema requiere el aporte de tesis de investigación en el área de ingeniería mecánica, para el diseño de una máquina destructora de neumáticos y trituradora de los mismo para la producción de la fibrilla, considerando adicionalmente un programa para reciclaje amigable con el medio ambiente, optimizando procesos y reduciendo totalmente costos de producción de este material desde su acopio hasta la entrega del producto final a los constructores, para lo cual se necesita del aporte de la ingeniería ambiental e industrial. Por lo tanto, se pone a consideración el presente trabajo para la ejecución de un proyecto en convenio con las escuelas de la facultad ingeniería de esta institución y la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Se recomienda a los municipios y concejos provinciales considerar la creación de criterios ambientales y normativas para el reciclaje responsable de los neumáticos generados en la localidad, de regular procesos y estudiar los proyectos relacionados para la elaboración de hormigón con materiales

reciclables como el caucho, así se tomaría la iniciativa en nuestro medio de elaborar procesos que ya se están realizando en países desarrollados, como es el caso de España en la ciudad de Catalunya, donde se han establecido criterios para la otorgación de garantía de calidad ambiental a los productos prefabricados de hormigón con materiales reciclados, entre ellos el caucho procedente de neumáticos fuera de uso, con la finalidad de la reducción de este residuo.

- La aplicación del tema propuesta a más de ser de carácter investigativo para la innovación de nuevas tecnologías en el hormigón, también enmarca un compromiso con la sociedad y el medio ambiente, ya que la aplicación de las fibrillas del neumático fuera de uso en la construcción se está discutiendo e investigando en países desarrollados que tienen agudizado el problema de la generación por millones de toneladas al año de este desecho. De esta manera la Universidad Nacional de Chimborazo se involucra en una problemática mundial a nivel científico y social en el cual se está buscando una solución que requiere del interés de las autoridades, del aporte científico de las universidades y económicas de entidades públicas y privadas.

6.8 BIBLIOGRAFÍA

ACI 318S-05. (2005). *Requisitos de reglamento para concreto estructural y comentarios*. Farmington Hills Michigan. American Concrete Institute. Recuperado de:

http://www.sinfra.oaxaca.gob.mx/informacion/ACI_318_2005.pdf

Albano C., Camacho N., Hernández M., et al. (2008). Estudio de concreto elaborado con caucho de reciclado de diferentes tamaños de partículas. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*. [Electrónico]. Vol. 23. 13.

<http://www.scielo.org.ve/pdf/rfiucv/v23n1/art05.pdf>

Borja W, Rea J. (2015). *Análisis comparativo del módulo de rotura en vigas de hormigón simple y vigas reforzadas con fibra de carbono con una resistencia a la compresión de 28Mpa utilizando agregados del sector Guayllabamba y cemento Holcim tipo HE*. Tesis Ing. Civil. Universidad Central del Ecuador.

Recuperado de:

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4455/1/T-UCE-0011-167.pdf>

Dpastori, (2004). *Tabla-Deflexiones en Vigas Simplemente Apoyadas*.

Recuperado de :

https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/65866/mod_resource/content/1/tabla_deflexiones_vigas_simple_apoyadas.pdf

Fernández M. (2014). Hormigones Reforzados con Fibras de Acero. *Informes de la Construcción*. [Electrónico]. Vol 34, No 342 (1982). (Consultado el 16 de septiembre de 2015).

Recuperado de:

<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/2079/2281>

Galloovich A., Rossi B., Perri G., et al. (2012). Fibras como Elemento Estructural para el Refuerzo del Hormigón. Asociación de Profesionales de la Construcción. *Pavimentos Industriales*.

Recuperado de:

http://www.aprocons.org.py/doc/pavimento/manual_fibras.pdf

Harmesen T., Mayorca P. (2000). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. 2da Edición, Pag.201.

Recuperado de: <https://civilyakamoz.flies.wordpress.com/2013/08/diseño-de-estructuras-de-concreto-harmesen-r.pfd>

Macías J., Artola, M., Hernández P. (2006). *Utilización de Fibras en Hormigones*. [Electrónico]. (Consultado el 12 de enero del 2016).

Recuperado de:

<http://monografias.umcc.cu/monos/2006/Informatica/utilizacion%20de%20fibras%20en%20hormigones.pdf>

Mármol P. (2010). *Hormigones con Fibras de Acero Características Mecánicas*. Tesis Ing. Civil. Universidad Politécnica de Madrid.

Recuperado de:

http://oa.upm.es/4510/1/TESIS_MASTER_PATRICIA_CRISTINA_MARMOL_SALAZAR.pdf

Rodrigo Andrés Uribe Santibañez, (2004), *Diseño, fabricación y ensayo de vigas con el perfil doble "T" de ferrocemento*, Tesis Ing. Civil. Universidad Austral de Chile. Chile (Ciudad de Chile), 97pp.

Recuperado de:

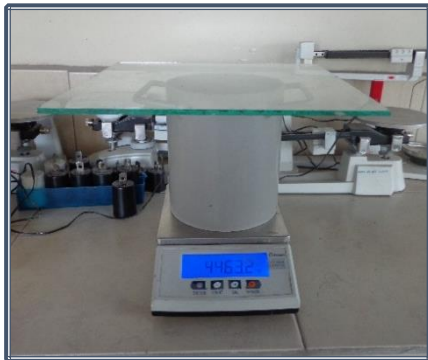
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/bmfciu.76d/doc/bmfciu.76d.pdf>

Romo M. (2008). *Temas de Hormigón Armado*. Quito. Escuela Superior Politécnica del Ejército.

Recuperado de: <http://publiespe.espe.edu.ec/librosvirtuales/hormigon/temas-de-hormigon-armado/hormigon02.pdf>

6.9 ANEXOS

ANEXO 1: ETAPA DE PROPUESTA-FOTOGRAFÍAS DE ELABORACIÓN



Fotografía 6.1: Calibración del molde para encontrar el peso volumétrico de la FRN



Fotografía 6.2: Masa de la FRN para obtener el peso volumétrico



Fotografía 6.3: Moldes de vigas rectangulares



Fotografía 6.4: Colocación de agregados en la concreteira



Fotografía 6.5: Amasado del hormigón simple



Fotografía 6.6: Asentamiento del hormigón convencional 4,5 cm



Fotografía 6.7: Vertido, varillado y compactado del hormigón convencional en los moldes



Fotografía 6.8: Lisado de acabado final en vigas simplemente armadas con hormigón convencional



Fotografía 6.9: Colocación de FRN para la obtención del hormigón modificado



Fotografía 6.10: Vertido de hormigón modificado en moldes.



Fotografía 6.11: Asentamiento del hormigón modificado con FRN 5,7 cm



Fotografía 6.12: Desencofrado y curado final de vigas rectangulares simplemente armadas (hormigón con y sin FRN)

ANEXO 2: ENSAYOS DE A FLEXIÓN EN VIGAS DE HORMIGON CONVENCIONAL Y MODIFICADO.

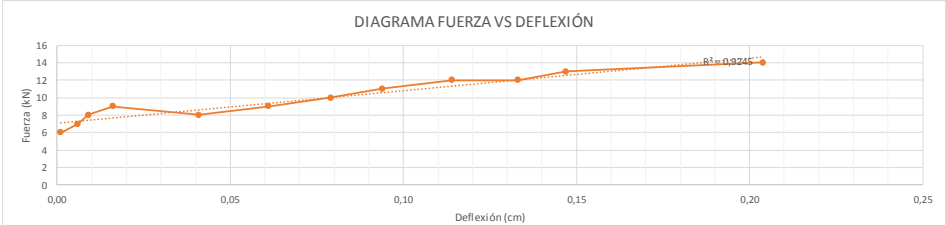
TERCERA A ETAPA											
ENSAYOS A FLEXIÓN EN VIGAS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL											
ENSAYO DE VIGAS SIMPLEMENTE ARMADAS A LOS 28 DÍAS						FECHA DE ENSAYO:			JUEVES 24 DE MARZO 2016		
Número de Vigas	Promedio-Base(mm)	Promedio-altura(mm)	Promedion-longitud entre apoyos(mm)	Carga Máxima (KN)	Carga Kg	Modulo de Rotura (KN/mm)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura (Kg/cm2)	MOMENTO (Kg*cm)	MOMENTO (Tn*m)	TIPO DE FALLA
Viga 1	100	100	450	14.413	1470.71	0.0097	9.729	99.273	16545.536	0.165	flexión
Viga 2	100	100	450	14.784	1508.57	0.0100	9.979	101.829	16971.429	0.170	flexión
Viga 3	100	100	450	14.431	1472.55	0.0097	9.741	99.397	16566.199	0.166	flexión
Viga 4	100	100	450	13.863	1414.59	0.0094	9.358	95.485	15914.158	0.159	flexión
Viga 5	100	100	450	13.649	1392.76	0.0092	9.213	94.011	15668.495	0.157	flexión
					MR promedio=	0.0096	9.60	98.00	16333.16	0.16	
ENSAYOS A FLEXIÓN EN VIGAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON EL PORCENTAJE DE 4%.											
ENSAYO DE VIGAS SIMPLEMENTE ARMADAS A LOS 28 DÍAS						FECHA DE ENSAYO:			JUEVES 24 DE MARZO 2016		
Número de Vigas	Promedio-ancho(mm)	Promedio-altura(mm)	Promedion-longitud entre apoyos(mm)	Carga Máxima (KN)	Carga Kg	Modulo de Rotura (KN/mm)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura (Kg/cm2)	MOMENTO (Kg*cm)	MOMENTO (Tn*m)	TIPO DE FALLA
Viga 2	100	100	450	15.000	1530.61	0.0101	10.125	103.316	17219.388	0.172	flexión
Viga 3	100	100	450	14.800	1510.20	0.0100	9.990	101.939	16989.796	0.170	flexión
Viga 4	100	100	450	15.498	1581.43	0.0105	10.461	106.746	17791.071	0.178	flexión
Viga 5	100	100	450	15.498	1581.43	0.0105	10.461	106.746	17791.071	0.178	flexión
					MR promedio=	0.0103	10.26	104.69	17447.83	0.17	

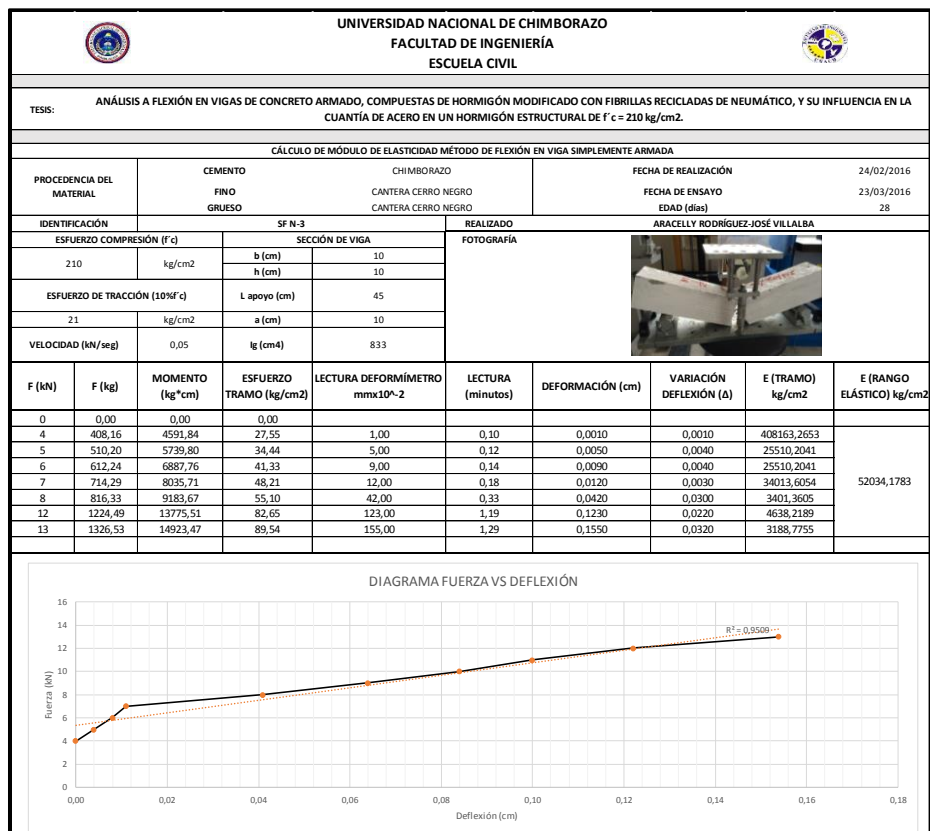
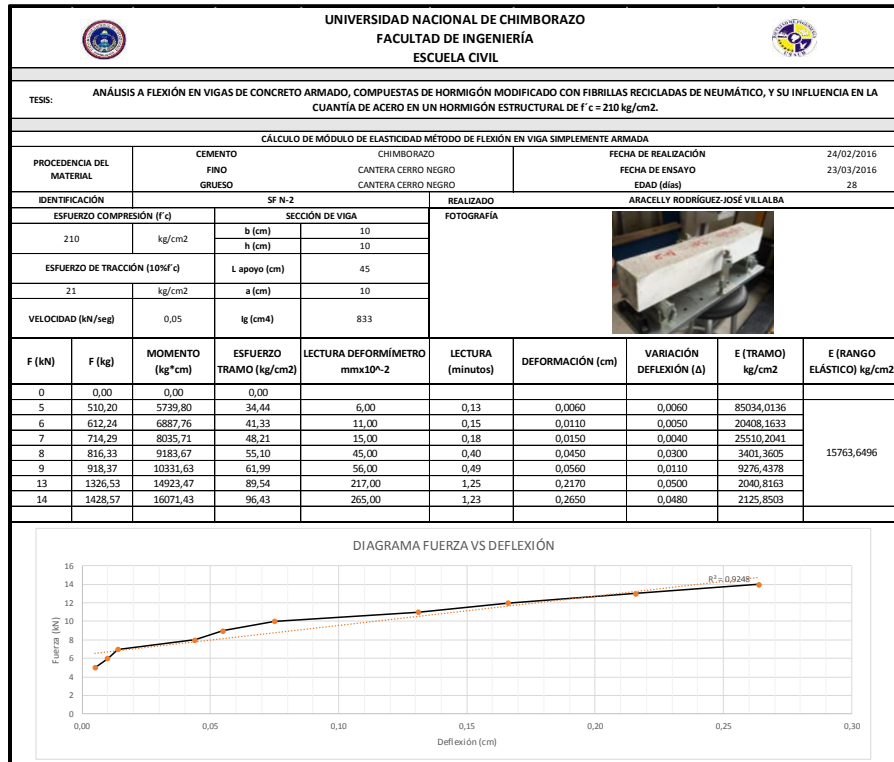
ANEXO 3: CÁLCULO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIANTE EL ENSAYOS DE A FLEXIÓN EN VIGAS.

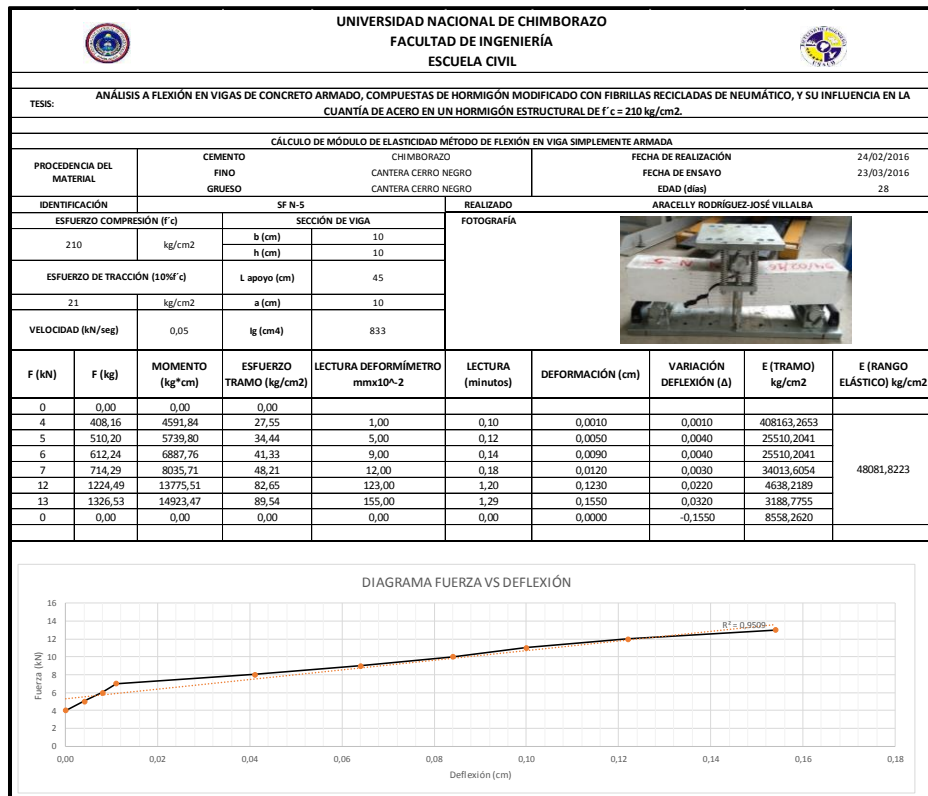
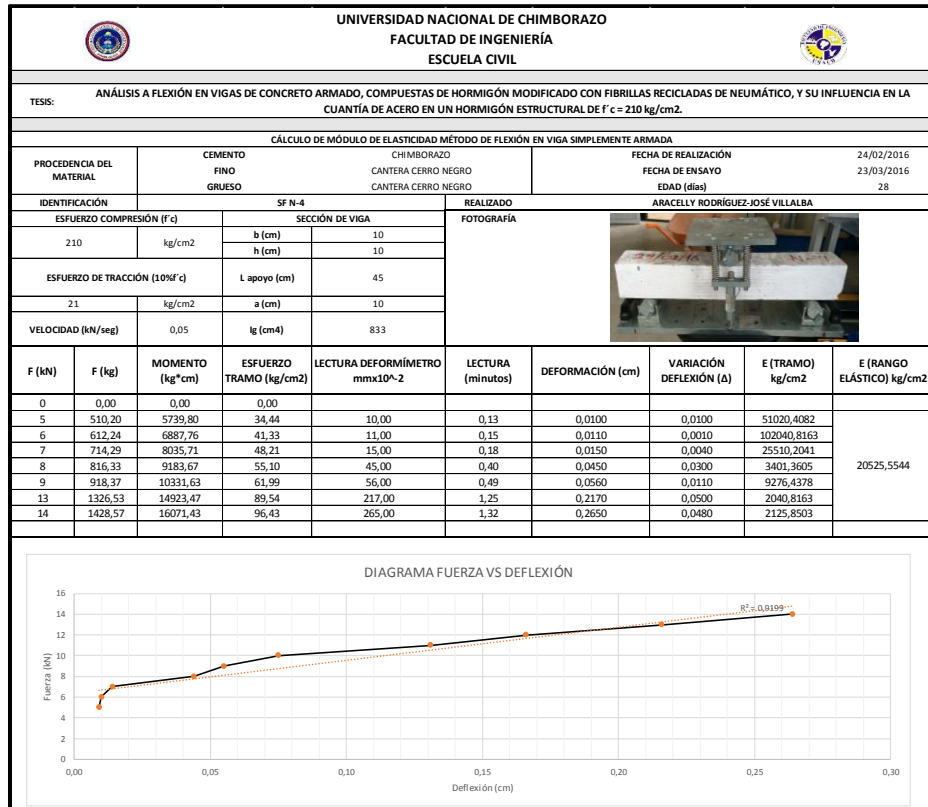
- HORMIGÓN CONVENCIONAL $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL 									
TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.									
CÁLCULO DE MÓDULO DE ELASTICIDAD MÉTODO DE FLEXIÓN EN VIGA SIMPLEMENTE ARMADA									
PROCEDENCIA DEL MATERIAL		CEMENTO FINO GRUESO		CHIMBORAZO CANTERA CERRO NEGRO CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE REALIZACIÓN FECHA DE ENSAYO EDAD (días)		24/02/2016 23/03/2016 28	
IDENTIFICACIÓN		SF N-1			REALIZADO		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		
ESFUERZO COMPRESIÓN (F_c)		SECCIÓN DE VIGA			FOTOGRAFÍA				
210		kg/cm2		b (cm) 10					
				h (cm) 10					
ESFUERZO DE TRACCIÓN (10% F_c)		L apoyo (cm)		45					
21		kg/cm2		a (cm) 10					
VELOCIDAD (kN/seg)		0,05		lg (cm4) 833					
F (kN)	F (kg)	MOMENTO (kg*cm)	ESFUERZO TRAMO (kg/cm2)	LECTURA DEFORMÍMETRO mmx10 ⁻²	LECTURA (minutos)	DEFORMACIÓN (cm)	VARIACIÓN DEFLEXIÓN (Δ)	E (TRAMO) kg/cm2	E (RANGO ELÁSTICO) kg/cm2
0	0,00	0,00	0,00						33566,2001
6	612,24	6887,76	41,33	2,00	0,12	0,0020	0,0020	306122,4490	
7	714,29	8035,71	48,21	7,00	0,16	0,0070	0,0050	20408,1633	
8	816,33	9183,67	55,10	10,00	0,18	0,0100	0,0030	34013,6054	
9	918,37	10331,63	61,99	17,00	0,36	0,0170	0,0070	14577,2595	
8	816,33	9183,67	55,10	42,00	0,42	0,0420	0,0250	-4081,6327	
9	918,37	10331,63	61,99	62,00	0,45	0,0620	0,0200	5102,0408	
10	1020,41	11479,59	68,88	80,00	0,46	0,0800	0,0180	5668,9342	
11	1122,45	12627,55	75,77	95,00	0,48	0,0950	0,0150	6802,7211	
12	1224,49	13775,51	82,65	115,00	0,50	0,1150	0,0200	5102,0408	
12	1224,49	13775,51	82,65	134,00	1,06	0,1340	0,0190	0,0000	
13	1326,53	14923,47	89,54	148,00	1,19	0,1480	0,0140	7288,6297	
14	1428,57	16071,43	96,43	205,00	1,29	0,2050	0,0570	1790,1898	

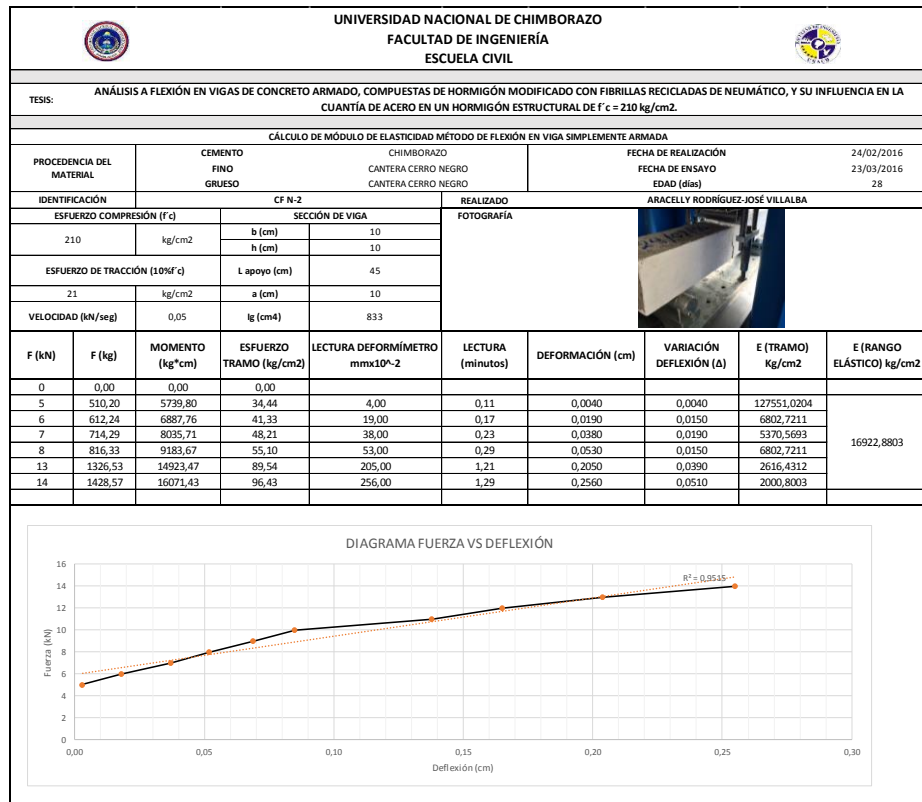
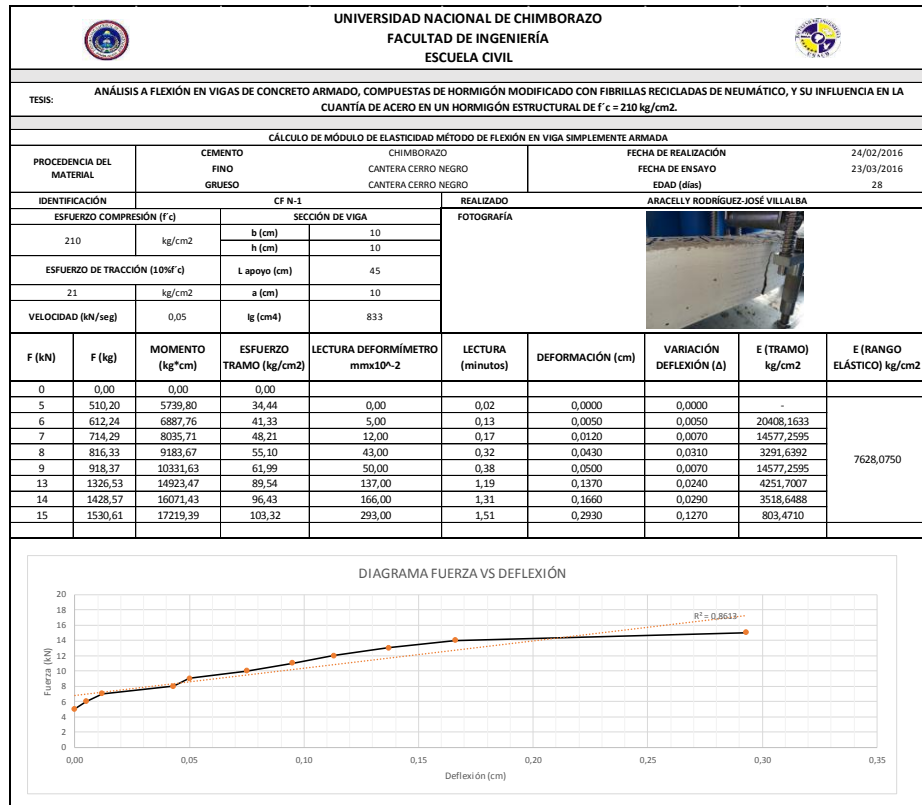
DIAGRAMA FUERZA VS DEFLEXIÓN

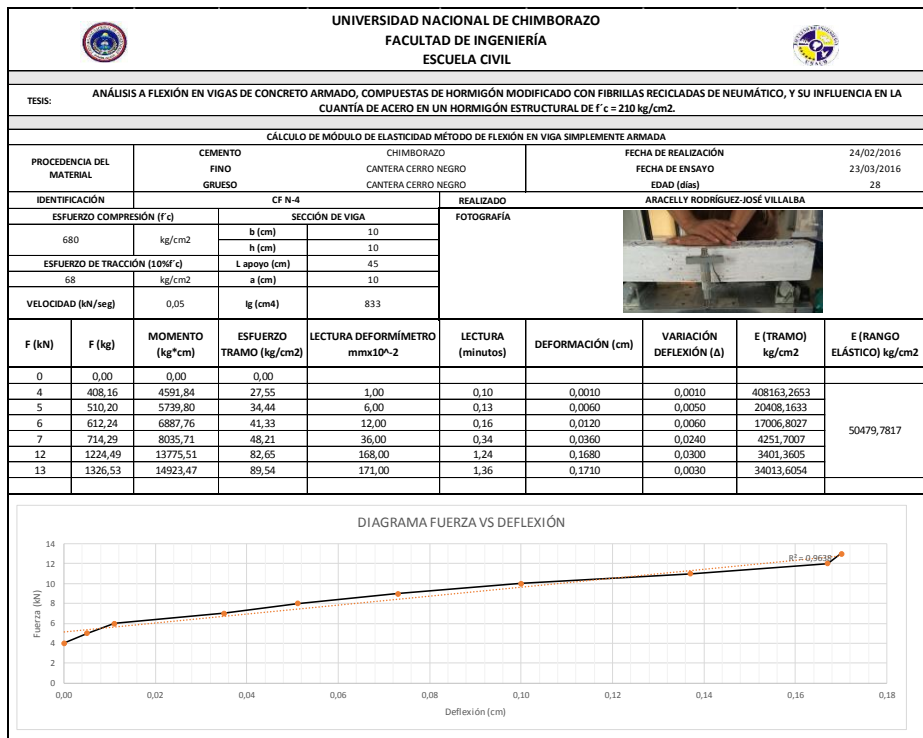
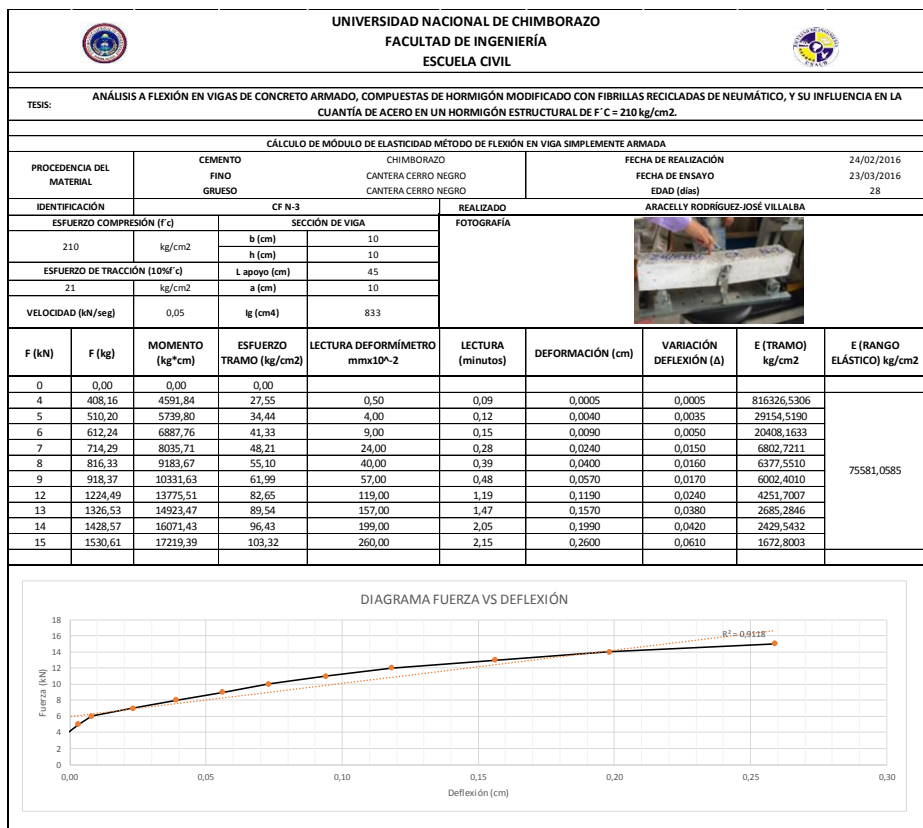






- HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$





ANEXO 4: DISEÑO DE DOSIFICACIÓN FINAL PARA LA PROPUESTA.

Contenido de humedad

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL 	PROYECTO:	TESIS: Diseño a flexión en vigas simplemente armadas con hormigón modificado con fibrillas de neumatico($f'c=210\text{kg/cm}^2$)		
	UBICACIÓN:	Cantera Cerro Negro	CONDICIÓN DE MATERIAL:	Secado al horno
	LOCALIDAD:	Cerro Negro	ORDEN N°:	1
	MUESTRA:	M1	FECHA:	06/10/2015
	TIPO DE MATERIAL:	Agregado fino - Grueso	PERIODO DE REPOSO:	24 horas

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD :ARIDO FINO POLVO DE PIEDRA			
CODIFICACION	DESCRIPCION	VALOR	UNIDAD
A1	Masa del recipiente 1	497	g
A2	Masa del recipiente 2	496	g
A3	Masa del recipiente 3	0	g
B1	Masa del recipiente 1 + Ag en estado natural	897	g
B2	Masa del recipiente 2 + Ag en estado natural	896	g
B3	Masa del recipiente 3 + Ag en estado natural	0.0	g
C1	Masa del recipiente 1 + Ag en estado seco	886	g
C2	Masa del recipiente 2 + Ag en estado seco	887	g
C3	Masa del recipiente 3+ Ag en estado seco	0	g

TERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD :ARIDO GRUESO RIPIO TRITURADO			
CODIFICACION	DESCRIPCION	VALOR	UNIDAD
A1	Masa del recipiente 1	750	g
A2	Masa del recipiente 2	725	g
A3	Masa del recipiente 3	0	g
B1	Masa del recipiente 1 + Ag en estado natural	5750	g
B2	Masa del recipiente 2 + Ag en estado natural	5725	g
B3	Masa del recipiente 3 + Ag en estado natural	0.0	g
C1	Masa del recipiente 1 + Ag en estado seco	5730	g
C2	Masa del recipiente 2 + Ag en estado seco	5708	g
C3	Masa del recipiente 3+ Ag en estado seco	0	g

MUESTRA	MASA ÁRIDO NATURAL (g)	MASA ÁRIDO SECO (g)	CONT. HUMEDAD (%)
Recipiente 1	400	389	2.83
Recipiente 2	400	391	2.30
			2.56

MUESTRA	MASA ÁRIDO NATURAL (g)	MASA ÁRIDO SECO (g)	CONT. HUMEDAD (%)
Recipiente 1	5000	4980	0.40
Recipiente 2	5000	4983	0.34
			0.37

ANEXO 5: DOSIFICACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL ELABORACIÓN DE VIGAS ETAPA PROPUESTA.			TESIS: Análisis a flexión en vigas de concreto armado, compuestas de hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumático, y su influencia en la cuantía de acero en un hormigón estructural					
UBICACIÓN:			Cantera Cerro Negro	LOCALIDAD:		Mina de Cerro Negro Riobamba	FECHA:	24/02/2016

DATOS GENERALES			DATOS DE LABORATORIO						
$f_c' =$	210 kg/cm ²			MATERIAL	δ_{SSS} (g/cm ³)	$\delta_{comp.}$ (g/cm ³)	% Absorción	% Humedad	δ_{suelta} (g/cm ³)
ELEMENTO=	CILINDROS-TESIS		AG. GRUESO	TRITURADO	2.61	1.56	2.08	0.89	1.60
CEA=	NORMAL		AG. FINO	POLVO DE PIEDRA	2.36	1.85	4.07	5.13	1.66
CEMENTO=	Portland Chimborazo			AG. GRUESO	AG. FINO				
ASENTAMIENTO H.C=	4.5 cm		MEZCLA AG.	0.64	0.36		1.84		
ASENTAMIENTO H.M=	5.7 cm		DENSIDAD DEL CEMENTO:		2.98 g/cm ³				

1.- CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>N</td> <td>kg/cilindro</td> <td>TOTAL</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td>42 kg</td> </tr> </table>		N	kg/cilindro	TOTAL	6		42 kg												
N	kg/cilindro	TOTAL																				
6		42 kg																				
NUMERO DE CILINDROS A PREPARAR																						
2.- CANTIDAD DE AGREGADO FINO			23.63 kg																			
3.- DENSIDAD DE LA MEZCLA EN ESTADO SSS			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>δ_{SSS} MEZCLA</td> <td>2.52 g/cm³</td> </tr> </table>		δ_{SSS} MEZCLA	2.52 g/cm ³																
δ_{SSS} MEZCLA	2.52 g/cm ³																					
4.- PORCENTAJE DE VACIOS			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>% VACIOS MEZCLA</td> <td>26.98 %</td> </tr> </table>		% VACIOS MEZCLA	26.98 %																
% VACIOS MEZCLA	26.98 %																					
5.- VOLUMEN APARENTE COMPACTADO DE LA MEZCLA			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>V. aparente comp.</td> <td>35665.76 cm³</td> </tr> </table>		V. aparente comp.	35665.76 cm ³																
V. aparente comp.	35665.76 cm ³																					
6.- VOLUMEN DE LA PASTA			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>V. pasta de cemento</td> <td>9624.09 cm³</td> </tr> </table>		V. pasta de cemento	9624.09 cm ³																
V. pasta de cemento	9624.09 cm ³																					
7.- RELACIÓN AGUA CEMENTO			0.6 [adm.]																			
8.- DENSIDAD DE LA PASTA			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>δ PASTA</td> <td>1.71 g/cm³</td> </tr> </table>		δ PASTA	1.71 g/cm ³																
δ PASTA	1.71 g/cm ³																					
9.- PESO DE LA PASTA			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>P PASTA</td> <td>16.46 kg</td> </tr> </table>		P PASTA	16.46 kg																
P PASTA	16.46 kg																					
9.- PESO DE LA PASTA CORREGIDO			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>P PASTA</td> <td>16.46 kg</td> </tr> </table>		P PASTA	16.46 kg																
P PASTA	16.46 kg																					
10.- CANTIDAD DE AGUA			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>CANT. AGUA</td> <td>6.17 kg</td> </tr> </table>		CANT. AGUA	6.17 kg																
CANT. AGUA	6.17 kg																					
11.- CANTIDAD DE CEMENTO			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>CANT. CEMENT.</td> <td>10.29 kg</td> </tr> </table>		CANT. CEMENT.	10.29 kg																
CANT. CEMENT.	10.29 kg																					
DOSIFICACIÓN INICIAL AL PESO			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>AGUA</td> <td>CEMENTO</td> <td>AG. FINO</td> <td>AG. GRUESO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6.17</td> <td>10.29</td> <td>23.63</td> <td>42</td> <td>[kg]</td> </tr> <tr> <td>0.6</td> <td>1</td> <td>2.30</td> <td>4.08</td> <td>[adm.]</td> </tr> </table>		AGUA	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO		6.17	10.29	23.63	42	[kg]	0.6	1	2.30	4.08	[adm.]			
AGUA	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO																			
6.17	10.29	23.63	42	[kg]																		
0.6	1	2.30	4.08	[adm.]																		
12.- CORRECCION POR HUMEDAD			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>kg</td> <td>CONDICIÓN</td> <td>DIFERENCIA</td> </tr> <tr> <td>23.87</td> <td>NO SOBRE SATURADO, AUMENTAR AGUA</td> <td>0.24</td> </tr> <tr> <td>41.51</td> <td>SOBRESATURADO, DISMINUIR AGUA</td> <td>-0.49</td> </tr> </table>		kg	CONDICIÓN	DIFERENCIA	23.87	NO SOBRE SATURADO, AUMENTAR AGUA	0.24	41.51	SOBRESATURADO, DISMINUIR AGUA	-0.49									
kg	CONDICIÓN	DIFERENCIA																				
23.87	NO SOBRE SATURADO, AUMENTAR AGUA	0.24																				
41.51	SOBRESATURADO, DISMINUIR AGUA	-0.49																				
13.- DOSIFICACIÓN CORREGIDA			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>AL PESO</td> <td>6.42</td> <td>10.29</td> <td>23.87</td> <td>41.51</td> <td>[kg]</td> </tr> <tr> <td>POR U CEMENTO</td> <td>0.62</td> <td>1</td> <td>2.32</td> <td>4.04</td> <td>[adm.]</td> </tr> <tr> <td>AL PESO * 50 kg</td> <td>50</td> <td>31.21</td> <td>50.00</td> <td>116.00</td> <td>201.76 [kg]</td> </tr> </table>		AL PESO	6.42	10.29	23.87	41.51	[kg]	POR U CEMENTO	0.62	1	2.32	4.04	[adm.]	AL PESO * 50 kg	50	31.21	50.00	116.00	201.76 [kg]
AL PESO	6.42	10.29	23.87	41.51	[kg]																	
POR U CEMENTO	0.62	1	2.32	4.04	[adm.]																	
AL PESO * 50 kg	50	31.21	50.00	116.00	201.76 [kg]																	
14.- AGUA POR ACENTAMIENTO			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>3 kg Aumentar:</td> <td>5 kg</td> </tr> </table>		3 kg Aumentar:	5 kg																
3 kg Aumentar:	5 kg																					
			PORCENTAJE DE FIBRA 4%																			
HORMIGON CONVENCION:			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>9.42</td> <td>15.29</td> <td>23.866</td> <td>41.51</td> <td>[kg]</td> </tr> <tr> <td>0.62</td> <td>1</td> <td>1.56</td> <td>2.72</td> <td></td> </tr> </table>		9.42	15.29	23.866	41.51	[kg]	0.62	1	1.56	2.72									
9.42	15.29	23.866	41.51	[kg]																		
0.62	1	1.56	2.72																			
HORMIGON MODIFICADO			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>9.42</td> <td>15.29</td> <td>23.866</td> <td>39.85</td> <td>[kg]</td> </tr> <tr> <td>0.62</td> <td>1</td> <td>1.56</td> <td>2.61</td> <td></td> </tr> </table>		9.42	15.29	23.866	39.85	[kg]	0.62	1	1.56	2.61									
9.42	15.29	23.866	39.85	[kg]																		
0.62	1	1.56	2.61																			
POR U CEMENTO			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.660</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.11</td> </tr> </table>						1.660					0.11								
				1.660																		
				0.11																		
AL PESO * 50 kg			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>50</td> <td>30.81</td> <td>50.00</td> <td>78.06</td> <td>130.34 [kg]</td> </tr> </table>		50	30.81	50.00	78.06	130.34 [kg]													
50	30.81	50.00	78.06	130.34 [kg]																		

CAPITULO VII

VII. BIBLIOGRAFÍA:

- ACI 318S-08. (2008). *Requisitos de reglamento para concreto estructural y comentarios*. Farmington Hills Michigan. American Concrete Institute.
- Bizinotto M., Riba F., García V., et al. (2009). *Realización de Ensayos de laboratorio de Hormigón con Caucho proveniente de Neumáticos Fuera de Uso (NFU)*. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Borja W, Rea J. (2015). *Análisis comparativo del módulo de rotura en vigas de hormigón simple y vigas reforzadas con fibra de carbono con una resistencia a la compresión de 28Mpa utilizando agregados del sector Guayllabamba y cemento Holcim tipo HE*. Tesis Ing. Civil. Universidad Central del Ecuador.
- Castro G. (2008). *Materiales y compuestos para la industria del neumático*. Universidad de Buenos Aires.
Recuperado de:
http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Materiales_y_Compuestos_para_la_Industria_del_Neumatico.pdf
- Comité ACI 211 (1991). ACI 211.1-91. *Proporcionamiento de Mezclas, Concreto normal, pesado y masivo*. American Concrete Institute

- Criollo A. (2014). *Caracterización de caucho reciclado proveniente de SCRAP y de neumáticos fuera de uso para su potencial aplicación como materia prima*. Tesis Ing. Mecánico. Universidad Politécnica Salesiana.
- Fernandez L. (2001). *Durabilidad del hormigón estructural*. La Plata, 2001. Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón.
- Garzón M. (2010). *Investigación sobre el Módulo de Elasticidad del Hormigón*. Universidad Central.
- INECYC (2009), *Control de calidad en el hormigón, control por resistencia parte I y II*. Instituto Ecuatoriano del Cemento y del Concreto.
Recuperado de:
http://inecyc.org.ec/documentos/notas_tecnicas/CONTROL_CALIDAD_HORMIGON.pdf
- Miranda C., Sáez T. (2015). *Influencia de las propiedades mecánicas de los agregados locales en la obtención de concreto de alta resistencia, superior a 70 MPa. para su aplicación en elementos estructurales*. Tesis Ing. Civil. Universidad Nacional de Chimborazo. 242pp.
- Molina M., Gutiérrez J. (2005). *Comportamiento de estructuras de hormigón armado con una deficiente transferencia de tensiones hormigón – acero: análisis experimental y propuesta de un modelo de evaluación estructural*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/39425228_Comportamiento_de_estructuras_de_hormigon_armado_con_una_deficiente_transferencia_de_tension_es_hormigon-acero_analisis_experimental_y_propuesta_de_un_modelo_de_evaluacion_estructural

- Molina M., Gutiérrez J. P., García M. (2003). *Influencia del diámetro de la barra y del recubrimiento en las características adherentes del hormigón armado*. Boletín de la Sociedad Española de cerámica y vidrio, Madrid (España); noviembre, 30, 564pp.
- Nawy E. (2005). *Concreto Reforzado: Un enfoque básico*. 5ª ed. 2005. Pearson Education.
- Nilson A. (1999). *Diseño de estructuras de concreto*. 11ª ed. Bogotá: Mc Graw Hill Interamericana S.A.
- NTE INEN 156:09 (2009). Cemento hidráulico. *Determinación de la densidad*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
Recuperado de:
<http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/156.pdf>
- NTE INEN 1573:2010 (2010). *Hormigón de cemento hidráulico. Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón de cemento hidráulico*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
Recuperado de:
<http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1573.pdf>
- NTE INEN 1576:2011 (2011). *Hormigón de cemento hidráulico. Elaboración y curado en obra de especímenes para ensayo*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
Recuperado de:
<http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1576.pdf>
- NTE INEN 1578:2010 (2010). *Hormigón de cemento hidráulico. Determinación del asentamiento*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.

Recuperado de:

<http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1578.pdf>

- NTE INEN 0696:2011 (2011). *Áridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.

Recuperado de:

<http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/696-1.pdf>

- NTE INEN 0856:2010 (2010). *Áridos. Determinación de la densidad y absorción del árido fino*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.

Recuperado de:

<http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/856.pdf>

- NTE INEN 0857:2010 (2010). *Áridos. Determinación de la densidad y absorción del árido grueso*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.

Recuperado de:

<http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/857.pdf>

- NTE INEN 0858:2010 (2010). *Áridos: Determinación de la masa unitaria y porcentaje de vacíos*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.

Recuperado de:

<http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/858.pdf>

- NTE INEN 0862:2011 (2011). *Áridos para hormigón. Determinación del contenido total de humedad*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.

Recuperado de:

<http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/862.pdf>

- Park R. y Pauley T. (2005). *Estructuras de concreto reforzado*. 4ª ed. Lima. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica de Perú.

- Polanco J., Setién J. (2013). *Dosificación de Hormigones*. Universidad de Canrabria.
Recuperado de:
<http://ocw.unican.es/enseanzas-tecnicas/cementos-morteros-y-hormigones/otros-recursos-1/Dosificacion%20de%20Hormigones.pdf>
- Ríos D. (2012). Teoría dictada en clases de Resistencia de Materiales de la carrera de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Rodrigo Andres Uribe Santibañez, (2004). *Diseño, fabricación y ensayo de vigas con el perfil doble "T" de ferrocemento*. Tesis Ing. Civil. Universidad Austral de Chile. Chile (Ciudad de Chile). 97pp.
- Romero W., Chuquimarca C., (2011). *Estudio del proceso de fabricación para obtener bloques huecos de hormigón para mampostería con resistencia a la compresión de 2,5 y 4 MPa. en la ciudad de Riobamba*. Tesis Ing. Civil. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Romo M. (2008). *Capítulo II: Diseño y Fabricación de Hormigones*. Quito. Escuela Superior Politécnica del Ejército.
Recuperado de: <http://publiespe.espe.edu.ec/librosvirtuales/hormigon/temas-de-hormigon-armado/hormigon02.pdf>
- Tepfers R. *A theory of bond applied to overlapped tensile reinforcement splices for deformed bars*. 328pp. *Doctoral Thesis*. Ed. Chalmers University of Technology. Division of Concrete Structures, Goteborg Sweden. Publication 73:2. 1973
- Winter G y Nilson A. (1986). *Proyecto de estructuras de hormigón*. 12ª ed. Junio de 2002). Madrid. Editorial Reverté S.A.

CAPITULO VIII

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: PROCEDIMIENTO PARA ELABORACIÓN Y ENSAYO DE ESPECÍMENES PARA PRUEBAS DE ADHERENCIA HORMIGÓN – ACERO.

ANEXO 2: ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES A COMPRESIÓN, FLEXIÓN, ADHERENCIA.

ANEXO 3: TABULACIÓN DE RESULTADOS EXPERIMENTALES.

- **ANEXO A.** Informes de los ensayos realizados para determinar las propiedades de los agregados.
- **ANEXO B.** Porcentajes de humedad de los agregados 24 horas antes de la elaboración de las probetas cilíndricas. etapa preliminar.
- **ANEXO C.** Diseños de mezcla para un hormigón convencional de resistencia $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- **ANEXO D.** Ensayos a compresión de cilindros de hormigón realizados en la etapa preliminar.
- **ANEXO E.** Porcentajes de humedad de los agregados 24 horas antes de la elaboración de las probetas cilíndricas primera etapa.
- **ANEXO F.** Probetas cilíndricas y vigas de hormigón con porcentajes de fibra de neumático en 2, 3, 4, 5 y 6 % del peso del agregado fino.
- **ANEXO G.** Tabulación de resultados experimentales del módulo de rotura a 7 días de edad.
- **ANEXO H.** Tabulación de resultados experimentales del módulo de rotura a 28 días de edad.
- **ANEXO I.** Diagrama experimental del módulo de elasticidad por flexión en vigas de hormigón.
- **ANEXO J.** Tabulación de resultados experimentales del esfuerzo a compresión en cilindros de hormigón.
- **ANEXO K.** Tabulación de resultados experimentales de la tensión máxima de adherencia.

- **ANEXO L.** Diagrama experimental fuerza versus desprendimiento de la tensión máxima de adherencia.

ANEXO 1: Procedimiento para elaboración y ensayo de especímenes para pruebas de Adherencia hormigón – acero.

PROCEDIMIENTO PARA ELABORACIÓN Y CURADO EN OBRA DE ESPECÍMENES PRISMÁTICOS DE HORMIGÓN DE CEMENTO HIDRÁULICO PARA ENSAYO DE ADHERENCIA.

1.- OBJETO

1.1.- Establecer los procedimientos para elaborar y curar probetas para el ensayo de adherencia, tomados de muestras representativas de hormigón fresco, utilizado en la construcción de una obra.

2.- DEFINICIONES

2.1.- Se adoptan las definiciones de la NTE INEN 694.

3.- DISPOSICIONES GENERALES

3.1.- El hormigón utilizado para moldear los especímenes prismáticos debe ser muestreado, después de que se hayan realizado todos los ajustes a la dosificación de la mezcla, incluyendo la adición de agua de mezclas y los aditivos.

4.- MÉTODO DE ENSAYO

4.1.- Resumen. Al hormigón fresco, una vez realizados los ajustes necesarios, se lo muestrea y se determina sus características físicas, siguiendo procedimientos normalizados. Las dimensiones de las probetas son 100 x 100 x 100 mm, siendo la longitud adherente igual a cinco veces el diámetro de la barra. La falta de adherencia de la barra, se la realiza mediante la colocación de tubería PVC de 3/8 para instalaciones eléctricas. Seguidamente se debe colocar la varilla corrugada de forma perpendicular a la base del molde.; la compactación debe ser ejecutada por varillado. A los especímenes prismáticos se les proporciona el curado inicial y final.

4.2.- Equipos

4.2.1.- Moldes. Los moldes para elaborar especímenes, deben ser elaborados de acero, hierro fundido u otro material no absorbente, no reactivo con el hormigón de cemento

portland o cualquier otro cemento hidráulico. Los moldes deben mantener sus dimensiones y forma, bajo cualquier condición de uso, deben ser impermeables durante su uso, comprobándose por su capacidad para mantener el agua vertida en su interior. Los moldes reutilizables deben ser cubiertos ligeramente en su interior, con aceite mineral o con un material desmoldante no reactivo, antes de su uso.

4.2.2.- Varilla de compactación. Varilla de acero, recta, lisa y de sección circular. La longitud de la varilla de compactación debe ser de por lo menos 100mm mayor que la profundidad del molde en el cual se está realizando la compactación, pero no mayor de 600 mm de longitud total. La tolerancia en la longitud de la varilla de compactación es de 4 mm. La varilla debe tener el borde de compactación o ambos extremos redondeados, con una punta semiesférica del mismo diámetro de la varilla.

TABLA 1. Requisitos para el diámetro de la varilla de compactación.

Diámetro del cilindro o ancho de la viga (mm)	Diámetro de la varilla (mm)
< 150	10 ± 2
≥ 150	16 ± 2

4.2.3.- Mazo. Se debe utilizar un mazo cabeza de caucho o cuero no tratado, con una masa de 0,6 kg ± 0,2 kg.

4.2.4.- Herramientas de colocación. Debe ser de un tamaño suficientemente grande para que cada cantidad de hormigón obtenida del recipiente en el que se tomó la muestra, sea representativas y lo suficientemente pequeña para que el hormigón no se derrame durante la colocación en el molde.

Para la colocación del hormigón en el molde debe ser mediante un cucharón.

4.2.5.- Herramientas para el terminado. Debe ser una liana o paleta.

4.3.- Procedimiento

4.3.1.- Muestreo del hormigón. Las muestras utilizadas para elaborar especímenes de ensayo, deben ser obtenidas de acuerdo con la NTE INEN 1763, a menos que haya sido aprobado o especificado un procedimiento alternativo.

Registrar la identificación de la muestra con respecto a la ubicación en la que se coloca el hormigón que representa, la fecha y la hora del molde.

4.3.2.- Lugar para el muestreo. Moldear los especímenes lo más rápido posible, sobre una superficie rígida y nivelada, libre de vibraciones y otras perturbaciones, en lugar tan cercano como sea posible al lugar donde van a ser almacenados.

4.3.3.- Moldeo. Seleccionar la varilla de compactación adecuada. Determinar el número de golpes con la varilla por cada capa, uno por cada 14cm² del área superficial,

es decir; 8 varilladas por capa. Seleccionar la herramienta de colocación según lo descrito. Cuando se utilice el cucharón, colocar el hormigón en el molde hasta la altura requerida para cada capa, colocar el hormigón de tal forma que este uniformemente distribuido en cada capa con la mínima segregación. El número de capas debe ser de 2 capas de aproximadamente igual altura. Cada capa debe ser compactada según se requiera. Al colocar la última capa, adicionar una cantidad de hormigón para asegurar que, después de la compactación, el molde quede lleno.

4.3.4.- Colocación de la varilla corrugada y tubo PVC.

Colocar la varilla corrugada de forma perpendicular y en el centro de la base del molde. La varilla también debe contener un pedazo de tubo PVC de 7cm, 5cm de adherencia hormigón-acero y 2cm de soporte con el molde, el cual cumplirá con la función de evitar la adherencia hormigón-acero en una longitud adherente de 5 diámetros la varilla, es decir 50mm.

Tubo de PVC de 3/8 de pulgada para conexión de instalaciones eléctricas. Se debe lograr que la varilla corrugada de diámetro 10 mm, permanezca de forma perpendicular y en el centro de la base del espécimen hasta la fecha del ensayo.

4.3.5.- Varillado.

Colocar el hormigón en el molde, en dos capas de aproximadamente igual volumen. Compactar cada capa uniformemente sobre la sección transversal con la punta redondeada de la varilla, con el número de golpes requerido. Compactar la capa del fondo, penetrando la varilla, en su profundidad, en la compactación de esta capa tener cuidado de no dañar el fondo del molde. Luego de que cada capa ha sido compactada, golpear en el exterior del molde de 5 a 7 veces con el mazo.

Es importante evitar el desplazamiento de la varilla corrugada de su posición original.

4.3.6.- Terminado.

Realizar todo el terminado con la mínima manipulación necesaria para producir una superficie plana, que esté nivelada con el borde superior del molde, que no tenga depresiones o proyecciones mayores de 3,3 mm.

4.3.7.- Identificación.

Marcar los especímenes prismáticos para su identificación y del hormigón que representa. Utilizar un método que no altere la superficie del hormigón, no se debe marcar en los elementos removibles del molde.

Luego de retirar el molde, marcar los especímenes de ensayo para mantener su identificación.

4.3.8.- Almacenamiento.

Si los especímenes no pueden ser moldeados en el lugar donde recibirán el curado inicial, inmediatamente luego del terminado, mover los especímenes al lugar del curado inicial para su almacenamiento. La superficie sobre la que se almacenaran los especímenes debe estar nivelada dentro de 20 mm por metro.

4.3.9.- Curado inicial.

Inmediatamente después del moldeo y terminado, el espécimen debe ser almacenado por un período de hasta 48 horas a una temperatura entre 16°C y 27°C, en un ambiente que prevenga la pérdida de humedad de los especímenes. Proteger todos los especímenes de los rayos directos del sol y de cualquier radiación calórica. La temperatura de almacenamiento debe ser controlada utilizando dispositivos de calefacción y enfriamiento, según sea necesario. Registrar la temperatura utilizando un termómetro de máximas y mínimas.

4.3.10.- Curado final.

Una vez concluido el curado inicial y dentro de 30 minutos después de remover los especímenes de los moldes, curarlos a una temperatura de 23°C $\pm$ 2°C, manteniendo todo el tiempo sus superficies con agua libre, utilizando tanques de almacenamiento o cámaras de curado, que cumplan con los requisitos de la NTE INEN 2528.

4.9.- Bibliografía.

Se ha tomado como referencia la norma NTE INEN 1576:2011 NORMA ASTM E4 - 03

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ADHERENCIA DE ESPECÍMENES PRISMÁTICOS DE HORMIGÓN DE CEMENTO HIDRÁULICO.

1.- OBJETO

1.1.- Esta norma establece el método de ensayo para determinar la resistencia a la adherencia del hormigón mediante el uso de probetas prismáticas, embebido acero de refuerzo en el centro y aplicando carga en la máquina universal a tracción servo plus del Laboratorio de Control de Calidad de los Materiales de la UNACH.

2.- ALCANCE

2.1.- Este método de ensayo se utiliza para determinar la resistencia a la adherencia de los especímenes de hormigón preparados y curados de al anexo 1 (procedimiento para la elaboración y ensayo de especímenes para pruebas de adherencia hormigón-acero). La resistencia determinada puede variar si existen diferencias en: el tamaño del espécimen, preparación, condiciones de humedad, curado o el lugar donde la probeta prismática ha sido moldeada o cortada al tamaño apropiado.

2.2.- Los resultados de este método de ensayo pueden ser utilizados para determinar el cumplimiento con las especificaciones o como base para la dosificación, mezcla y en las operaciones de colocación.

Este ensayo se utiliza para pruebas de hormigón para la construcción de vigas y pavimentos.

3.- DISPOSICIONES GENERALES

3.1.- Esta norma no tiene el propósito de contemplar todo lo concerniente a seguridad, si es que hay algo asociado con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas apropiadamente saludables y seguras y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reguladoras antes de su uso.

4.- MÉTODO DE ENSAYO

4.1.- Resumen. Un cubo prismático de hormigón simple apoyado sobre dos placas de acero hasta que ocurra el desprendimiento de la varilla. La carga aplicada es continua, sin impacto a una velocidad constante. La resistencia a la adherencia se determinará por medio de la tensión máxima de adherencia que se indica en esta norma.

4.2.- Equipos

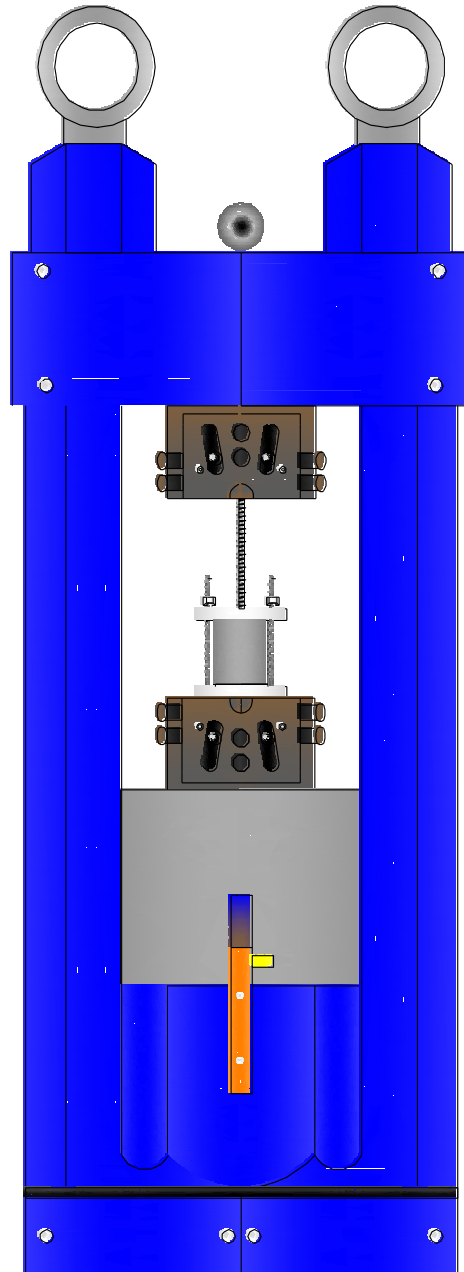
4.2.1.- La máquina de ensayo debe cumplir con los requisitos de las secciones referidas a la verificación, correcciones y lapso entre verificaciones de la norma ASTM E 4 - 03. No se permite las máquinas de ensayo operadas manualmente que tiene bombas a motor o bombas de desplazamientos positivo operadas manualmente que tengan capacidad suficiente en un movimiento continuo para completar el ensayo sin necesidad de recargar y deben ser capaces de aplicar cargas a una velocidad uniforme, sin golpes o interrupciones.

4.2.2.- Aparatos de carga. El método de la carga es mediante la adaptación de la barrilla a ensayarse en la mordaza de la parte superior de la máquina, sujeta mediante placas de acero de 20mm y placas de neopreno de 13mm solo en la parte inferior, en la Figura 1 se presenta el dispositivo de ensayo. Adaptando dicho dispositivo a la maquina universal, consiste en aplicar una carga de tracción creciente con características de: Capacity de 500/1500-2000 Kilo newton, Grade 1, Máxima pres. 643,1/589,5-618,17, Pistón Area 77,78/254,46, Elastic En. 1148-1819 J y Ball Seating Radius 60mm. Las condiciones de trabajo de la prensa son: Temperatura +5°C a +40°C y Humedad Relativa 30% a 70%.

4.2.2.1.- Dimensiones del prototipo para medir la tensión máxima de adherencia.

4.2.2.2.- Partes del prototipo para medir la tensión máxima de adherencia.

4.2.2.3.- Ensamble del prototipo para medir la tensión máxima de adherencia a la maquina universal.



4.3.- Ensayos

4.3.1.- Los especímenes prismáticos de ensayo deben cumplir los requisitos del 1 (procedimiento para la elaboración y ensayo de especímenes para pruebas de adherencia hormigón-acero), creada por los testistas, los lados del espécimen deben formar ángulo recto con la parte superior e inferior. Todas las superficies deben estar lisas y libres de marcas.

4.3.2.- La persona que ensaye las probetas prismáticas para la aceptación del ensayo de adherencia, debe cumplir con los requisitos de técnico de laboratorio de hormigón de la norma ASTM C 1077.

4.4.- Procedimiento

4.4.1.- Los ensayos de adherencia deben ser realizados luego de extraer las probetas prismáticas del almacenamiento húmedo.

4.4.2.- Los ensayos de adherencia deben ser realizados luego de tomar las dimensiones de largo y ancho, colocar la probeta prismática en el molde de ensayo para luego introducir en la máquina universal para aplicar carga al espécimen continuamente y sin impacto. La carga debe ser aplicada a una velocidad constante hasta el punto de rotura. Aplicar la carga a una velocidad de 1 mm/seg sobre la cara de adherencia, hasta que se produzca la rotura.

4.5.- Medición el espécimen luego del ensayo y tipo de falla producido.

4.5.1.- Para determinar la dimensión de la longitud adherente de la probeta prismática, para el cálculo de la adherencia. Tomar una medida en el centro de la sección longitudinal adherente. Tomar todas las medidas con una aproximación de 1mm.

4.5.2.- Se pueden producir dos tipos de falla; por splittind, que es la fisuración del recubrimiento, o pull-out que quiere decir desprendimiento la barra.

4.6.- Cálculos

4.6.1.- El cálculo de la adherencia se lo realiza de la siguiente manera:

$$\tau_{\max} = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\phi * \pi * l * b} \quad (1)$$

Donde:

$\tau_{\max}$ = Tensión máxima de adherencia, en Mpa,

Q = Carga máxima aplicada, indicada por la máquina de ensayo, en KN,
 φ = Diámetro de la varilla, en mm,
 π = π , valor constante,
 l_b = Longitud adherente, en mm,

NOTA 1.- φ es el diámetro de la varilla, por ser varilla corrugada se deberá calcular su diámetro equivalente mediante el cálculo del peso específico de la varilla.

4.7.- Informe de resultados. Se debe elaborar un informe de resultados que contenga al menos lo siguiente:

- a) Laboratorio y fecha de ensayo,
- b) Nombre del laboratorista,
- c) Número de identificación del espécimen,
- d) Longitud adherente, con una aproximación de 1mm,
- e) Carga máxima aplicada, en KN,
- f) Tensión máxima de adherencia calculada, con una aproximación de 0,05Mpa,
- g) Historial de curado y condiciones de humedad aparente del espécimen al momento del ensayo,
- h) Si el espécimen fue refrentado, limado o si se ha utilizado calzas de cuero,
- i) Si el espécimen ha sido cortado o moldeado y los defectos encontrados,
- j) Edad del espécimen, y
- k) Observaciones: señalar responsabilidades sobre los procedimientos de muestreo, transporte, curado de especímenes, además de cualquier variación a los procedimientos señalados en esta norma.

4.8.- Precisión y desviación

4.8.1.- Precisión y Desviación. Puesto que no hay un ensayo existente normalizado aceptado en el país, para determinar la desviación de este método de ensayo, no se ha hecho ninguna declaración de precisión y desviación.

4.9.- Bibliografía.

Se ha tomado como referencia la norma NTE INEN 2554:2011

4.10.- Anexos

NORMA ASTM E4 - 03

Prácticas estándar para la Fuerza Verificación de Máquinas de ensayos

1 Alcance

1.1 Estas prácticas abarcan procedimientos para la verificación de la fuerza, por medio de dispositivos de calibración estándar, de tensión o de compresión, o ambos, máquinas de pruebas estáticas o cuasi-estática (que puede, o no, tener sistemas de fuerza indica). Estas prácticas no pretenden ser las especificaciones de compra completas para máquinas de ensayo. Máquinas de ensayo pueden ser verificados por una de las tres siguientes métodos o combinación de los mismos:

1.1.1 El uso de pesas patrón,

1.1.2 Uso de los saldos de la igualdad de brazo y pesos estándar, o

1.1.3 El uso de dispositivos de calibración elásticas.

Nota 1- Estas prácticas no cubren la verificación de todos los tipos de máquinas de ensayo diseñados para medir fuerzas, por ejemplo, el tipo de tasa constante de carga que opera en el principio del plano inclinado. Este tipo de máquina puede ser verificada como se indica en el apéndice aplicable de la Especificación D 76.

1.2 Los procedimientos de 1.1.1-1.1.3 se aplican a la verificación de los sistemas de fuerza indicando asociados con la máquina de ensayo, como una escala, marca, marcado o tarjeta de registro sin marcar, pantalla digital, etc. En todos los casos el comprador / propietario / usuario debe designar el sistema (s) de fuerza que indica que se verificó y se incluye en el informe.

1.3 Dado que no se requieren factores de conversión en esta práctica, ya sea en unidades pulgada-libra, las unidades del SI, o valores de indicadores pueden utilizarse como patrón.

1.4 Fuerzas indicadas en las pantallas / impresiones de datos de la máquina de pruebas sistemas sean instantánea, en diferido, almacenado o retransmitido-que se verifican con la provisión de 1.1.1, 1.1.2 o 1.1.3, y están dentro de la precisión $\pm\%$ requisito, cumplir con las prácticas E4.

1.5 Esta norma no pretende considerar todos los problemas de seguridad, si los hay, asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas de seguridad y salud y determinar la aplicación de la limitación reglamentaria antes de su uso.

2. Documentos de referencia (compra por separado)

Normas ASTM

D76 Especificación para Máquinas de ensayos de tracción para Textiles

E74 Práctica de la calibración de instrumentos de medición de fuerza para la Verificación de la indicación de la Fuerza de Máquinas de ensayos

Práctica E467 para la Verificación de los constantes esfuerzos dinámicos de amplitud en un sistema de prueba de Fatiga Axial

Palabras clave

Calibración - Compresión Prueba Máquinas - Fuerza - Fuerza, Presión - Inspección y Verificación - Dispositivos de calibración estándar - Máquinas de ensayos de tracción - Pruebas de Instrumentos - Verificación

Código ICS

ICS Código Número 19.060 (ensayos mecánicos)

Código UNSPSC

Código UNSPSC 41114600 (metales y la metalurgia y materiales estructurales instrumentos de prueba)

Hacer referencia Esta Norma

DOI: 10.1520 / E0004-03

ASTM International es miembro de CrossRef.

Formato de cita

ASTM E4-03, Prácticas estándar para la Fuerza Verificación de Testing Machines, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2003, www.astm.org
Google Traductor para empresas:Translator Toolkit

ANEXO 2. Elaboración de especímenes a compresión, flexión, adherencia-segunda etapa.



Fotografía 8.1: Fabrica Recicladora de Neumático, Facerquim



Fotografía 8.2: Ubicada en la ciudad de Ambato



Fotografía 8.3: Tamizado e identificación de FRN



Fotografía 8.4: Breve explicación del proceso de obtención de FRN



Fotografía 8.5: Recolección en sacos de FRN



Fotografía 8.6: Almacenamiento de FRN



Fotografía 8.7: Precaución de mantener el estado actual del agregado grueso



Fotografía 8.8: Precaución de mantener el estado actual del agregado fino



Fotografía 8.9: Recaudación de muestras para contenido de humedad (agregado grueso)



Fotografía 8.10: Recaudación de muestras para contenido de humedad (agregado fino)



Fotografía 8.11: Muestras colocadas en el horno por 24 horas a temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$



Fotografía 8.12: Muestras secas, lista para la obtención del contenido de humedad



Fotografía 8.13: Preparación de equipos y materiales para la producción de probetas (cilindros y vigas)



Fotografía 8.14: Elaboración de probetas cilíndricas de hormigón convencional.



Fotografía 8.15: Elaboración de vigas de hormigón convencional



Fotografía 8.16: Colocación de FRN para la obtención de hormigón modificado



Fotografía 8.17: Vertido de FRN en la mezcla.



Fotografía 8.18: Mesclado del hormigón modificado



Fotografía 8.19: Control del asentamiento en hormigón modificado



Fotografía 8.20: Control del asentamiento en hormigón convencional



Fotografía 8.21: Desmoldado de probetas prismáticas



Fotografía 8.22: Curado de cilindros y vigas de hormigón con y sin FRN



Fotografía 8.23: Ubicación de vigas en la piscina de curado



Fotografía 8.24: Ubicación de cilindros en la piscina de curado



Fotografía 8.25: Transporte de cilindros a ser ensayados



Fotografía 8.26: Transporte de vigas a ser ensayadas



Fotografía 8.27: Registro de temperatura y humedad



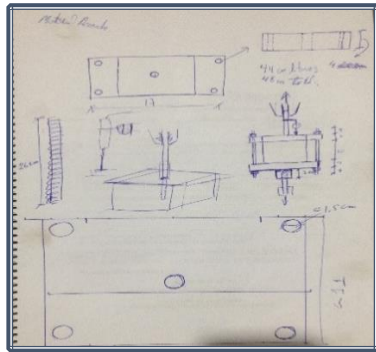
Fotografía 8.28: Cilindro ensayado a compresión



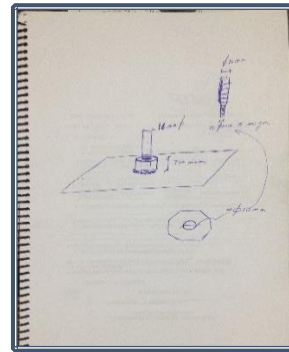
Fotografía 8.29: Viga simple con carga en los tercios, ensayada



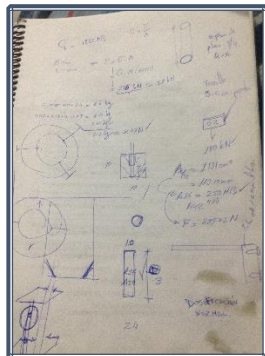
Fotografía 8.30: Lugar de probetas ensayadas (desalojo laboratorio)



Fotografía 8.31: Croquis del prototipo de máquina de adherencia



Fotografía 8.32: Análisis de máquina de adherencia previo a construcción



Fotografía 8.33: Cálculos de dimensiones aproximada a ensayarse



Fotografía 8.34: Maqueta del prototipo de adherencia



Fotografía 8.35: Creación del prototipo de adherencia hormigón-acero



Fotografía 8.36: Perforación de placas.



Fotografía 8.37: Placas perforadas



Fotografía 8.38: Legitimar dimensiones establecidas



Fotografía 8.39: Pulido de placas para ensamble final



Fotografía 8.40: Acople entre placa con pernos



Fotografía 8.41: Ensamble final



Fotografía 8.42: Mecanismo perno-tuerca



Fotografía 8.43: Elaboración de moldes para cubos de adherencia



Fotografía 8.44: Compra de varilla de 10mm de diámetro



Fotografía 8.45: Fibrillas Recicladadas de Neumáticos



Fotografía 8.46: Contratación de peón (día de elaboración de múltiples probetas)



Fotografía 8.47: Control de humedad, agregado fino, grueso y FRN



Fotografía 8.48: Corte de varilla de 10mm, Long 300 mm



Fotografía 8.49: Revisión de longitud adherente en moldes



Fotografía 8.50: Engrasado de moldes, previo a fundición de hormigón



Fotografía 8.51: Ubicación de modos para vertido de hormigón



Fotografía 8.52: Colocación del cemento en conetera



Fotografía 8.53: Esparcido de FRN para la obtención de hormigón modificado



Fotografía 8.54: Control de asentamiento en hormigón fresco



Fotografía 8.55: Medida de asentamiento



Fotografía 8.56: Producción de probetas cilíndricas (cilindros)



Fotografía 8.57: Obtención de probetas prismáticas (cubos)



Fotografía 8.58: Fabricación de vigas



Fotografía 8.59: Producto final de probetas



Fotografía 8.60: Producto final de probetas



Fotografía 8.61: Curado inicial de cilindros de hormigón con y sin FRN



Fotografía 8.62: Curado inicial de vigas de hormigón con y sin FRN



Fotografía 8.63: Curado inicial de cubos de hormigón con y sin FRN



Fotografía 8.64: Desmolde de cilindros



Fotografía 8.65: Desmolde de cubos



Fotografía 8.66: Desmolde de vigas



Fotografía 8.67: Curado final de probetas en general.



Fotografía 8.68: Ensayo de adherencia y medición del desprendimiento



Fotografía 8.69: Probeta fallada por pull- out



Fotografía 8.70: Probeta fallada y recortada por la mita en hormigón convencional



Fotografía 8.71: Colocación del cubo en la máquina de adherencia



Fotografía 8.72: Probeta fallada y recortada por la mita en hormigón modificado



Fotografía 8.73: Elaboración de probetas prismáticas



Fotografía 8.74: Almacenamiento de cubos ensayados



Fotografía 8.75: Vigas enteras listas para dimensionar en tres partes iguales



Fotografía 8.76: Colocación de la probeta a ensayar en la mesa a flexion



Fotografía 8.77: Falla de la muestra dentro de los 2/3 de la probeta



Fotografía 8.78: Fisura de falla en hormigón modificado



Fotografía 8.79: Vigas ensayadas, falla en los 2/3



Fotografía 8.80: Composición del hormigón modificado



Fotografía 8.81: Vigas antes de ensayarse



Fotografía 8.82: Vigas después de ensayarse (módulo de rotura)



Fotografía 8.83: Composición del hormigón convencional



Fotografía 8.84: Traslado de vigas ensayadas



Fotografía 8.85: Toma de la altura en cilindros



Fotografía 8.86: Falla tipo V en cilindros



Fotografía 8.87: Falla tipo III



Fotografía 8.88: Falla tipo VI



Fotografía 8.89: Cilindro de hormigón modificado con 4% de FRN



Fotografía 8.90: Falla tipo VI



Fotografía 8.91: Rotura de cilindros a compresión en hormigón convencional



Fotografía 8.92: Rotura de cilindros a compresión en hormigón modificado



Fotografía 8.93: Rotura de cilindros a compresión en hormigón convencional



Fotografía 8.94: Rotura de cilindros a compresión en hormigón modificado



Fotografía 8.95: Rotura de cilindros a compresión en hormigón convencional



Fotografía 8.96: Rotura de cilindros a compresión en hormigón modificado

CAPITULO VIII

ANEXO A. INFORMES DE LOS ENSAYOS REALIZADOS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 			
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.			
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DEL AGREGADO FINO			
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CANtera HNOS. CASTRO CERRO NEGRO MATERIA POLVO DE PIEDRA UBICACIÓN SAN MARTÍN DE VERANILLO. KILÓMETRO 3.5.	FECHA DE REALIZACIÓN 11/08/2015 NORMA NTE INEN 857 TESISTAS ARACELLY RODRÍGUEZ JOSÉ BLADIMIR VILLALBA	
COD.	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
A	Masa del picnómetro vacío	495,00	g
B	Masa del picnómetro + agua (calibrado)	1350,00	g
C	Masa del picnómetro + árido fino estado "SSS"	995,00	g
D	Masa del picnómetro + árido fino estado "SSS" + agua	1639,00	g
TEMP	Temperatura del agua	23,00	°C
Dagua	Densidad del agua respecto a su temperatura	997,62	kg/m3
E=C-A	Masa del árido fino en estado "SSS"	500,00	g
F=B+E-D	Volumen desalojado	211,00	cm3
G=(Dagua*E)/F	DENSIDAD DEL ÁRIDO EN ESTADO "SSS"	2,36	g/cm3

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 			
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.			
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD SUPERFICIALMENTE SECA DEL AGREGADO GRUESO			
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CANtera HNOS. CASTRO CERRO NEGRO MATERIA RIPIO TRITURADO UBICACIÓN SAN MARTÍN DE VERANILLO. KILÓMETRO 3.5.	FECHA DE REALIZACIÓN 11/08/2015 NORMA NTE INEN 857 TESISTAS ARACELLY RODRÍGUEZ JOSÉ BLADIMIR VILLALBA	
COD.	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
A	Masa canastilla vacía al aire	1598,00	g
B	Masa (canastilla + a. grueso en estado SSS al aire)	6598,00	g
C	Masa sumergida canastilla vacía	1405,00	g
D	Masa sumergida (canastilla + a. grueso en estado SSS)	4493,00	g
TEMP	Temperatura del agua	23,00	°C
Dagua	Densidad del agua respecto a su temperatura	998,08	kg/m3
E=B-A	Masa del árido grueso en estado "SSS" al aire	5000,00	g
G=D-C	Masa sumergida del árido grueso en estado "SSS"	3088,00	g
H=F-G	Volumen desalojado	1912,00	cm3
K=(E*F)/H	DENSIDAD DEL ÁRIDO EN ESTADO "SSS"	2,61	g/cm3

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 			
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.			
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO			
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CANtera	HNOS. CASTRO CERRO NEGRO	FECHA DE REALIZACIÓN 13/08/2015
	MATERIA	POLVO DE PIEDRA	NORMA NTE INEN 856
	UBICACIÓN	SAN MARTÍN DE VERANILLO. KILÓMETRO 3.5.	TESISTAS ARACELLY RODRÍGUEZ JOSÉ BLADIMIR VILLALBA
COD.	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
A	Masa recipiente	329,00	g
B	Masa recipiente + árido "SSS"	829,00	g
C1	Masa recipiente + árido seco (1° lectura)	800,00	g
C2	Masa recipiente + árido seco (2° lectura)	799,00	g
D=B-A	Masa árido estado "SSS"	500,00	g
E=C2-A	Masa árido estado seco	470,00	g
F=D - E	Masa del agua contenida en el árido	30,00	g
G= F*100/E	% DE ABSORCIÓN DE AGUA DEL ÁRIDO FINO	6,38	%

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 			
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.			
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO			
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CANtera	HNOS. CASTRO CERRO NEGRO	FECHA DE REALIZACIÓN 13/08/2015
	MATERIA	RIPIO TRITURADO	NORMA NTE INEN 857
	UBICACIÓN	SAN MARTÍN DE VERANILLO. KILÓMETRO 3.5.	TESISTAS ARACELLY RODRÍGUEZ JOSÉ BLADIMIR VILLALBA
COD.	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
A	Masa recipiente	1823,00	g
B	Masa recipiente + árido "SSS"	6823,00	g
C1	Masa recipiente + árido seco (1° lectura)	6722,00	g
C2	Masa recipiente + árido seco (2° lectura)	6721,00	g
D=B-A	Masa árido estado "SSS"	5000,00	g
E=C2-A	Masa árido estado seco	4898,00	g
F=D - E	Masa del agua contenida en el árido	102,00	g
G= F*100/E	% DE ABSORCIÓN DE AGUA DEL ÁRIDO GRUESO	2,08	%

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL								
TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.								
DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA COMPACTADA DEL AGREGADO FINO								
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CANtera	HNOS. CASTRO CERRO NEGRO	FECHA DE REALIZACIÓN	12/08/2015				
	MATERIA	POLVO DE PIEDRA Y RIPIO TRITURADO	NORMA	NTE INEN 858				
	UBICACIÓN	SAN MARTÍN DE VERANILLO. KILÓMETRO 3.5.	TESISTAS	ARACELLY RODRÍGUEZ JOSÉ BLADIMIR VILLALBA				
MEZCLA %		MASA (g.)		AÑADIR ARENA (g.)	MASA DEL RECIPIENTE+ MEZCLA	MASA RECIPIENTE (g.)	MASA DE LA MEZCLA (g.)	DENSIDAD APARENTE (g/cm3)
RIPIO	POLVO	RIPIO	POLVO					
100	0							
90	10							
80	20							
70	30	30000	12857,14		34350		26200,00	1,829
60	40	30000	20000,00	7142,86	35300	8150,00	27150,00	1,896
50	50	30000	30000,00	10000,00	36600		28450,00	1,987
40	60							
30	70							
20	80							
10	90							
						DESIDAD APARENTE		
MOLDE		8150	g	64% - 36%		=	1,869	g/cm3
MOLDE+VIDRIO+AGUA		2500	g	56% - 44%		=	1,932	g/cm3
MOLDE+VIDRIO		10700	g					
T= 18,80 °C		0,99853	g/cm3					
VOLUMEN		14321,05	cm3					

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 			
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.			
DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA COMPACTADA DEL AGREGADO FINO			
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CANtera HNOS. CASTRO CERRO NEGRO MATERIAl POLVO DE PIEDRA UBICACIóN SAN MARTÍN DE VERANILLO. KILÓMETRO 3.5.	FECHA DE REALIZACIÓN 12/08/2015 NORMA NTE INEN 858 TESISTAS ARACELLY RODRÍGUEZ JOSÉ BLADIMIR VILLALBA	
COD.	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
A	Masa del recipiente + placa	5693,00	g
B	Masa del recipiente + agua + placa	8638,00	g
T	Temperatura del Agua	18,70	°C
Dagua	Densidad del agua	0,998	g/cm3
C=A-B	Volumen del Recipiente	2950,90	cm3
D	M1=árido compactado + recipiente + placa	11043,00	g
E	M2=árido compactado + recipiente + placa	11114,00	g
F	M3=árido compactado + recipiente + placa	11221,00	g
G	M4=árido compactado + recipiente + placa	11198,00	g
$G = \frac{(D+E+F+G)}{4}$	Promedio masa(árido compactado+recipiente+placa	11144,00	g
H=G-A	Masa Del Árido Compactado	5451,00	g
I=H/C	(MUC) MASA UNITARIA COMPACTADA	1,85	g/cm3

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 			
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.			
DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA COMPACTADA DEL AGREGADO GRUESO			
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CANtera HNOS. CASTRO CERRO NEGRO MATERIAl RIPIO TRITURADO UBICACIóN SAN MARTÍN DE VERANILLO. KILÓMETRO 3.5.	FECHA DE REALIZACIÓN 12/08/2015 NORMA NTE INEN 858 TESISTAS ARACELLY RODRÍGUEZ JOSÉ BLADIMIR VILLALBA	
COD.	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
A	Masa del recipiente + placa	10700,00	g
B	Masa del recipiente + agua + placa	25000,00	g
T	Temperatura del Agua	18,80	°C
Dagua	Densidad del agua	0,999	g/cm3
C=A-B	Volumen del Recipiente	14314,31	cm3
D	M1=árido compactado + recipiente + placa	32900,00	g
E	M2=árido compactado + recipiente + placa	33100,00	g
F	M3=árido compactado + recipiente + placa	33150,00	g
G	M4=árido compactado + recipiente + placa	32950,00	g
$G = \frac{(D+E+F+G)}{4}$	Promedio masa(árido compactado+recipiente+placa	33050,00	g
H=G-A	Masa Del Árido Compactado	22350,00	g
I=H/C	(MUC) MASA UNITARIA COMPACTADA	1,56	g/cm3

ANEXO B. PORCENTAJES DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS 24 HRS. ANTES DE LA ELABORACIÓN DE LAS PROBETAS CILINDRICAS. ETAPA PRELIMINAR

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 			
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.			
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD 24Hrs. ANTES DE LA ELABORACION DE LA MEZCLA			
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CANTERA	HNOS. CASTRO CERRO NEGRO	FECHA DE REALIZACIÓN 05/10/2015
	MATERIAL	POLVO DE PIEDRA	NORMA NTE INEN 857
	UBICACIÓN	SAN MARTÍN DE VERANILLO. KILÓMETRO 3.5.	TESISTAS ARACELLY RODRÍGUEZ JOSÉ BLADIMIR VILLALBA
COD.	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
A1	Masa recipiente 1	497,00	g
A1	Masa recipiente 2	496,00	g
B1	Masa recipiente 1 + agregado en estado natural	897,00	g
B2	Masa recipiente 2 + agregado en estado natural	896,00	g
C1	Masa recipiente 1 + agregado en estado seco	886,00	g
C2	Masa recipiente 2 + agregado en estado seco	887,00	g
D1=B1-A1	Masa agregado en estado natural recipiente 1	400,00	g
D2=B2-A2	Masa agregado en estado natural recipiente 2	400,00	g
E1=C1-A1	Masa agregado en estado seco recipiente 1	389,00	g
E2=C1-A2	Masa agregado en estado seco recipiente 2	391,00	g
F1=((D1-E1)/E1)*100	Contenido de humedad recipiente 1	2,83	g
F2=((D2-E2)/E2)*100	Contenido de humedad recipiente 2	2,30	g
G= (F1+F2)/2	% DE HUMEDAD DEL ÁRIDO FINO	2,56	%

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 			
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.			
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD 24Hrs. ANTES DE LA ELABORACION DE LA MEZCLA			
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CANTERA	HNOS. CASTRO CERRO NEGRO	FECHA DE REALIZACIÓN 05/10/2015
	MATERIAL	RIPIO TRITURADO	NORMA NTE INEN 857
	UBICACIÓN	SAN MARTÍN DE VERANILLO. KILÓMETRO 3.5.	TESISTAS ARACELLY RODRÍGUEZ JOSÉ BLADIMIR VILLALBA
COD.	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
A1	Masa recipiente 1	750,00	g
A1	Masa recipiente 2	725,00	g
B1	Masa recipiente 1 + agregado en estado natural	5750,00	g
B2	Masa recipiente 2 + agregado en estado natural	5725,00	g
C1	Masa recipiente 1 + agregado en estado seco	5730,00	g
C2	Masa recipiente 2 + agregado en estado seco	5708,00	g
D1=B1-A1	Masa agregado en estado natural recipiente 1	5000,00	g
D2=B2-A2	Masa agregado en estado natural recipiente 2	5000,00	g
E1=C1-A1	Masa agregado en estado seco recipiente 1	4980,00	g
E2=C1-A2	Masa agregado en estado seco recipiente 2	4983,00	g
F1=((D1-E1)/E1)*100	Contenido de humedad recipiente 1	0,40	g
F2=((D2-E2)/E2)*100	Contenido de humedad recipiente 2	0,34	g
G= (F1+F2)/2	% DE HUMEDAD DEL ÁRIDO GRUESO	0,37	%

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 			
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.			
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD 24Hrs. ANTES DE LA ELABORACION DE LA MEZCLA			
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CANTERA	HNOS. CASTRO CERRO NEGRO	FECHA DE REALIZACIÓN 15/10/2015
	MATERIAL	POLVO DE PIEDRA	NORMA NTE INEN 857
	UBICACIÓN	SAN MARTÍN DE VERANILLO. KILÓMETRO 3.5.	TESISTAS ARACELLY RODRÍGUEZ JOSÉ BLADIMIR VILLALBA
COD.	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
A1	Masa recipiente 1	485,00	g
A1	Masa recipiente 2	394,00	g
B1	Masa recipiente 1 + agregado en estado natural	885,00	g
B2	Masa recipiente 2 + agregado en estado natural	794,00	g
C1	Masa recipiente 1 + agregado en estado seco	871,00	g
C2	Masa recipiente 2 + agregado en estado seco	779,00	g
D1=B1-A1	Masa agregado en estado natural recipiente 1	400,00	g
D2=B2-A2	Masa agregado en estado natural recipiente 2	400,00	g
E1=C1-A1	Masa agregado en estado seco recipiente 1	386,00	g
E2=C1-A2	Masa agregado en estado seco recipiente 2	385,00	g
F1=((D1-E1)/E1)*100	Contenido de humedad recipiente 1	3,63	g
F2=((D2-E2)/E2)*100	Contenido de humedad recipiente 2	3,90	g
G= (F1+F2)/2	% DE HUMEDAD DEL ÁRIDO FINO	3,76	%

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 			
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.			
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD 24Hrs. ANTES DE LA ELABORACION DE LA MEZCLA			
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CANTERA	HNOS. CASTRO CERRO NEGRO	FECHA DE REALIZACIÓN 15/10/2015
	MATERIAL	RIPIO TRITURADO	NORMA NTE INEN 857
	UBICACIÓN	SAN MARTÍN DE VERANILLO. KILÓMETRO 3.5.	TESISTAS ARACELLY RODRÍGUEZ JOSÉ BLADIMIR VILLALBA
COD.	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
A1	Masa recipiente 1	614,00	g
A1	Masa recipiente 2	609,00	g
B1	Masa recipiente 1 + agregado en estado natural	5614,00	g
B2	Masa recipiente 2 + agregado en estado natural	5609,00	g
C1	Masa recipiente 1 + agregado en estado seco	5598,00	g
C2	Masa recipiente 2 + agregado en estado seco	5595,00	g
D1=B1-A1	Masa agregado en estado natural recipiente 1	5000,00	g
D2=B2-A2	Masa agregado en estado natural recipiente 2	5000,00	g
E1=C1-A1	Masa agregado en estado seco recipiente 1	4984,00	g
E2=C1-A2	Masa agregado en estado seco recipiente 2	4986,00	g
F1=((D1-E1)/E1)*100	Contenido de humedad recipiente 1	0,32	g
F2=((D2-E2)/E2)*100	Contenido de humedad recipiente 2	0,28	g
G= (F1+F2)/2	% DE HUMEDAD DEL ÁRIDO GRUESO	0,30	%

ANEXO C. DISEÑOS DE MEZCLA PARA UN HORMIGÓN CONVENCIONAL DE RESISTENCIA $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Primera Dosificación

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 	PROYECTO:	"Análisis a Flexión en vigas de Concreto Armado, compuestas de Hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumático y su influencia en la cuantía de acero en un hormigón estructural de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ "		
	UBICACIÓN:	Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo	CANTERA:	Mina de Cerro Negro
	TEMA:	Ensayos de Laboratorio para Dosificación de Hormigón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ por Densidad Óptima		
	RESPONSABLES:	Aracelly Rodríguez	TUTOR:	Ing. Daniel Ríos
		Bladimir Villalba	LABORATORIO:	Laboratorio de Control de Calidad de los Materiales de la UNACH

DATOS GENERALES		ENSAYOS DE LABORATORIO						
		Indicaciones: Calcule las propiedades de los AGREGADOS seleccionando con un click en las casillas y a continuación presione ACEPTAR.						
$f'c =$	210	MATERIAL	☐ δ sss (g/cm ³)	☐ δ comp. (g/cm ³)	☐ % Absorción	☐ % Humedad	☐ δ suelta (g/cm ³)	
ELEMENTO=	LOSA	AG. GRUESO	TRITURADO	2,61	1,56	2,08	2,39	1,60
CEA=	NORMAL	AG. FINO	POLVO DE PIEDRA	2,36	1,85	6,38	0,37	1,66
CEMENTO=	Portland IP	AG. GRUESO			☒ δ ópt. (g/cm ³)			
ASENTAMIENTO=	9	MEZCLA AG.	0,56	0,44	1,93			
		DENSIDAD DEL CEMENTO:		2,98	g/cm ³			
							ACEPTAR	Ver Informe

1.- CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO

NUMERO DE CILINDROS A PREPARAR

N	kg/cilindro	TOTAL	
6	8	48,00	kg

2.- CANTIDAD DE AGREGADO FINO

37,71	kg

3.- DENSIDAD DE LA MEZCLA EN ESTADO SSS

δ sss MEZCLA	2,50	g/cm ³

4.- PORCENTAJE DE VACIOS

% VACÍOS MEZCLA	25,00	%

5.- VOLUMEN APARENTE COMPACTADO DE LA MEZCLA

V. aparente comp.	44411,55	cm ³

6.- VOLUMEN DE LA PASTA

V. pasta de cemento	11102,89	cm ³

7.- RELACIÓN AGUA CEMENTO

	0,6	[adm.]

8.- DENSIDAD DE LA PASTA

δ PASTA	1,71	g/cm ³

9.- PESO DE LA PASTA

P PASTA	18,99	kg

10.- CANTIDAD DE AGUA

CANT. AGUA	7,12	kg

11.- CANTIDAD DE CEMENTO

CANT. CEMENT.	11,87	kg

DOSIFICACIÓN INICIAL AL PESO

AGUA	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO	
7,12	11,87	37,71	48,00	[kg]
0,6	1	3,18	4,04	[adm.]

12.- CORRECCION POR HUMEDAD

kg	CONDICIÓN	DIFERENCIA
35,58	NO SOBRESATURADO, AUMENTAR AGUA	-2,13
48,15	SOBRESATURADO, DISMINUIR AGUA	0,15

13.- DOSIFICACIÓN CORREGIDA POR HUMEDAD

AGUA	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO	
9,11	11,87	35,58	48,15	[kg]

POR U CEMENTO

0,77	1	3,00	4,06	[adm.]

AL PESO * 50 kg

50	38,36	50,00	149,92	202,85	[kg]

14.- AGUA POR ACENTAMIENTO

4 kg Aumentar:	6,67	kg

AGUA	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO	
13,11	18,53	35,58	48,15	[kg]

POR U CEMENTO

0,71	1	1,92	2,60	[adm.]

AL PESO * 50 kg

50	35,35	50,00	95,99	129,88	[kg]

■ Segunda Dosificación

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 	PROYECTO:	"Análisis a Flexión en vigas de Concreto Armado, compuestas de Hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumático y su influencia en la cuantía de acero en un hormigón estructural de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ "		
	UBICACIÓN:	Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo	CANTERA:	Mina de Cerro Negro
	TEMA:	Ensayos de Laboratorio para Dosificación de Hormigón $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ por Densidad Óptima		
	RESPONSABLES:	Aracelly Rodríguez	TUTOR:	Ing. Daniel Ríos
		Bladimir Villaiba	LABORATORIO:	Laboratorio de Control de Calidad de los Materiales de la UNACH

DATOS GENERALES			ENSAYOS DE LABORATORIO						
			Indicaciones: * Calcule las propiedades de los AGREGADOS seleccionando con un click en las casillas y a continuación presione ACEPTAR.						
$f_c =$	210	210	MATERIAL	$\delta_{SSS} \text{ (g/cm}^3\text{)}$	$\delta_{comp} \text{ (g/cm}^3\text{)}$	% Absorción	% Humedad	$\delta_{suelta} \text{ (g/cm}^3\text{)}$	
ELEMENTO=	LOSA		AG. GRUESO	TRITURADO	2,61	1,56	2,08	0,30	1,60
CEA=	NORMAL		AG. FINO	POLVO DE PIEDRA	2,36	1,85	4,07	3,76	1,66
CEMENTO=	Portland IP		AG. GRUESO		0,01411011	$\delta_{opt} \text{ (g/cm}^3\text{)}$			
ASENTAMIENTO=	9		MEZCLA AG.	0,56	0,44	1,93			
			DENSIDAD DEL CEMENTO:	2,98	g/cm ³				
			ACEPTAR Ver Informe						

1.- CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N</th> <th>kg/cilindro</th> <th>TOTAL</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>7</td> <td>42,00</td> <td>kg</td> </tr> </tbody> </table>	N	kg/cilindro	TOTAL		6	7	42,00	kg							
N	kg/cilindro	TOTAL														
6	7	42,00	kg													
NUMERO DE CILINDROS A PREPARAR	33,00 kg															
2.- CANTIDAD DE AGREGADO FINO																
3.- DENSIDAD DE LA MEZCLA EN ESTADO SSS	δ_{SSS} MEZCLA 2,50 g/cm ³															
4.- PORCENTAJE DE VACIOS	% VACIOS MEZCLA 25,00 %															
5.- VOLUMEN APARENTE COMPACTADO DE LA MEZCLA	V. aparente comp. 38860,10 cm ³															
6.- VOLUMEN DE LA PASTA	V. pasta de cemento 9715,03 cm ³															
7.- RELACIÓN AGUA CEMENTO	0,6 [adm.]															
8.- DENSIDAD DE LA PASTA	δ PASTA 1,71 g/cm ³															
9.- PESO DE LA PASTA	P PASTA 16,61 kg															
9.1.- PESO DE LA PASTA CORREGIDA	P PASTA 30,00 kg															
10.- CANTIDAD DE AGUA	CANT. AGUA 11,25 kg															
11.- CANTIDAD DE CEMENTO	CANT. CEMENT. 18,75 kg															
DOSIFICACIÓN INICIAL AL PESO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>AGUA</th> <th>CEMENTO</th> <th>AG. FINO</th> <th>AG. GRUESO</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11,25</td> <td>18,75</td> <td>33,00</td> <td>42,00</td> <td>[kg]</td> </tr> <tr> <td>0,6</td> <td>1</td> <td>1,76</td> <td>2,24</td> <td>[adm.]</td> </tr> </tbody> </table>	AGUA	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO		11,25	18,75	33,00	42,00	[kg]	0,6	1	1,76	2,24	[adm.]
AGUA	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO													
11,25	18,75	33,00	42,00	[kg]												
0,6	1	1,76	2,24	[adm.]												
12.- CORRECCION POR HUMEDAD	<table border="1"> <thead> <tr> <th>kg</th> <th>CONDICIÓN</th> <th>DIFERENCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>32,90</td> <td>NO SOBRESATURADO, AUMENTAR AGUA</td> <td>-0,10</td> </tr> <tr> <td>41,27</td> <td>SOBRESATURADO, DISMINUIR AGUA</td> <td>-0,73</td> </tr> </tbody> </table>	kg	CONDICIÓN	DIFERENCIA	32,90	NO SOBRESATURADO, AUMENTAR AGUA	-0,10	41,27	SOBRESATURADO, DISMINUIR AGUA	-0,73						
kg	CONDICIÓN	DIFERENCIA														
32,90	NO SOBRESATURADO, AUMENTAR AGUA	-0,10														
41,27	SOBRESATURADO, DISMINUIR AGUA	-0,73														
13.- DOSIFICACIÓN CORREGIDA POR HUMEDAD	<table border="1"> <thead> <tr> <th>AGUA</th> <th>CEMENTO</th> <th>AG. FINO</th> <th>AG. GRUESO</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12,08</td> <td>18,75</td> <td>32,90</td> <td>41,27</td> <td>[kg]</td> </tr> </tbody> </table> POR U CEMENTO 0,64 1 1,75 2,20 [adm.] AL PESO * 50 kg 50 32,22 50,00 87,74 110,05 [kg]	AGUA	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO		12,08	18,75	32,90	41,27	[kg]					
AGUA	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO													
12,08	18,75	32,90	41,27	[kg]												
14.- AGUA POR ACENTAMIENTO	0 kg Aumentar: 0,00 kg <table border="1"> <thead> <tr> <th>AGUA</th> <th>CEMENTO</th> <th>AG. FINO</th> <th>AG. GRUESO</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12,08</td> <td>18,75</td> <td>32,90</td> <td>41,27</td> <td>[kg]</td> </tr> </tbody> </table> POR U CEMENTO 0,64 1 1,75 2,20 [adm.] AL PESO * 50 kg 50 32,22 50,00 87,74 110,05 [kg]	AGUA	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO		12,08	18,75	32,90	41,27	[kg]					
AGUA	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO													
12,08	18,75	32,90	41,27	[kg]												

■ Tercera Dosificación

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 	PROYECTO:	"Análisis a Flexión en vigas de Concreto Armado, compuestas de Hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumático y su influencia en la cuantía de acero en un hormigón estructural de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ "		
	UBICACIÓN:	Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo	CANTERA:	Mina de Cerro Negro
	TEMA:	Ensayos de Laboratorio para Dosificación de Hormigón $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ por Densidad Óptima		
	RESPONSABLES:	Aracelly Rodríguez	TUTOR:	Ing. Daniel Ríos
		Bladimir Villaiba	LABORATORIO:	Laboratorio de Control de Calidad de los Materiales de la UNACH

DATOS GENERALES			ENSAYOS DE LABORATORIO						
			Indicaciones: ▶ Calcule las propiedades de los AGREGADOS seleccionando con un click en las casillas y a continuación presione ACEPTAR.						
$f_c =$	210	210	MATERIAL	$\delta_{SSS} \text{ (g/cm}^3\text{)}$	$\delta_{comp.} \text{ (g/cm}^3\text{)}$	% Absorción	% Humedad	$\delta_{suelta} \text{ (g/cm}^3\text{)}$	
ELEMENTO=	LOSA		AG. GRUESO	TRITURADO	2,61	1,56	2,08	0,30	1,60
CEA=	NORMAL		AG. FINO	POLVO DE PIEDRA	2,36	1,85	4,07	3,76	1,66
CEMENTO=	Portland IP		AG. GRUESO		0,01411011	$\delta_{opt.} \text{ (g/cm}^3\text{)}$			
ASENTAMIENTO=	4		MEZCLA AG.	0,64	0,36	1,84			
			DENSIDAD DEL CEMENTO:		2,98	g/cm ³			
						ACEPTAR	Ver Informe		

1.- CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO					
NUMERO DE CILINDROS A PREPARAR	N	kg/cilindro	TOTAL		
	6	7	42,00	kg	
2.- CANTIDAD DE AGREGADO FINO			23,63	kg	
3.- DENSIDAD DE LA MEZCLA EN ESTADO SSS	δ_{SSS} MEZCLA		2,52	g/cm ³	
4.- PORCENTAJE DE VACIOS	% VACIOS MEZCLA		26,98	%	
5.- VOLUMEN APARENTE COMPACTADO DE LA MEZCLA	V. aparente comp.		35665,76	cm ³	
6.- VOLUMEN DE LA PASTA	V. pasta de cemento		9624,09	cm ³	
7.- RELACIÓN AGUA CEMENTO			0,6	[adm.]	
8.- DENSIDAD DE LA PASTA	δ PASTA		1,71	g/cm ³	
9.- PESO DE LA PASTA	P PASTA		16,46	kg	
10.- CANTIDAD DE AGUA	CANT. AGUA		6,17	kg	
11.- CANTIDAD DE CEMENTO	CANT. CEMENT.		10,29	kg	
DOSIFICACIÓN INICIAL AL PESO					
	AGUA	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO	
	6,17	10,29	23,63	42,00	[kg]
	0,6	1	2,30	4,08	[adm.]
12.- CORRECCION POR HUMEDAD					
AG. FINO	kg	CONDICIÓN		DIFERENCIA	
AG. GRUESO	23,55	NO SOBRESATURADO, AUMENTAR AGUA		-0,07	
	41,27	SOBRESATURADO, DISMINUIR AGUA		-0,73	
13.- DOSIFICACIÓN CORREGIDA POR HUMEDAD					
AL PESO	AGUA	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO	
	6,97	10,29	23,55	41,27	[kg]
POR U CEMENTO	0,68	1	2,29	4,01	[adm.]
AL PESO * 50 kg	50	33,90	50,00	114,49	200,58 [kg]
14.- AGUA POR ACENTAMIENTO					
	3 kg	Aumentar:	5,00	kg	
	AGUA	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO	
	9,97	15,29	23,55	41,27	[kg]
POR U CEMENTO	0,65	1	1,54	2,70	[adm.]
AL PESO * 50 kg	50	32,63	50,00	77,04	134,98 [kg]

■ Cuarta Dosificación

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 	PROYECTO:	"Análisis a Flexión en vigas de Concreto Armado, compuestas de Hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumático y su influencia en la cuantía de acero en un hormigón estructural de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ "		
	UBICACIÓN:	Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo	CANTERA:	Mina de Cerro Negro
	TEMA:	Ensayos de Laboratorio para Dosificación de Hormigón $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ por Densidad Óptima		
	RESPONSABLES:	Aracelly Rodríguez	TUTOR:	Ing. Daniel Ríos
		Bladimir Villaiba	LABORATORIO:	Laboratorio de Control de Calidad de los Materiales de la UNACH

DATOS GENERALES			ENSAYOS DE LABORATORIO						
			Indicaciones: ▶ Calcule las propiedades de los AGREGADOS seleccionando con un click en las casillas y a continuación presione ACEPTAR.						
$f_c =$	210	▼	MATERIAL	☐ $\delta_{SSS} \text{ (g/cm}^3\text{)}$	☐ $\delta_{comp.} \text{ (g/cm}^3\text{)}$	☐ % Absorción	☐ % Humedad	☐ $\delta_{suelta} \text{ (g/cm}^3\text{)}$	
ELEMENTO=	LOSA	▼	AG. GRUESO	TRITURADO	2,61	1,56	2,08	0,30	1,60
CEA=	NORMAL	▼	AG. FINO	POLVO DE PIEDRA	2,36	1,85	4,07	3,76	1,66
CEMENTO=	Portland IP	▼	AG. GRUESO		0,01411011	☒ $\delta_{opt.} \text{ (g/cm}^3\text{)}$			
ASENTAMIENTO=	4	▼	MEZCLA AG.	0,56	0,44	1,93			
			DENSIDAD DEL CEMENTO:		2,98	g/cm ³	ACEPTAR Ver Informe		

1.- CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N</th> <th>kg/cilindro</th> <th>TOTAL</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>7</td> <td>42,00</td> <td>kg</td> </tr> </tbody> </table>	N	kg/cilindro	TOTAL		6	7	42,00	kg														
N	kg/cilindro	TOTAL																					
6	7	42,00	kg																				
NUMERO DE CILINDROS A PREPARAR	33,00 kg																						
2.- CANTIDAD DE AGREGADO FINO																							
3.- DENSIDAD DE LA MEZCLA EN ESTADO SSS	$\delta_{SSS} \text{ MEZCLA}$ 2,50 g/cm ³																						
4.- PORCENTAJE DE VACIOS	% VACIOS MEZCLA 25,00 %																						
5.- VOLUMEN APARENTE COMPACTADO DE LA MEZCLA	V. aparente comp. 38860,10 cm ³																						
6.- VOLUMEN DE LA PASTA	V. pasta de cemento 9715,03 cm ³																						
7.- RELACIÓN AGUA CEMENTO	0,6 [adm.]																						
8.- DENSIDAD DE LA PASTA	$\delta \text{ PASTA}$ 1,71 g/cm ³																						
9.- PESO DE LA PASTA	P PASTA 16,61 kg																						
10.- CANTIDAD DE AGUA	CANT. AGUA 6,23 kg																						
11.- CANTIDAD DE CEMENTO	CANT. CEMENT. 10,38 kg																						
DOSIFICACIÓN INICIAL AL PESO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>AGUA</th> <th>CEMENTO</th> <th>AG. FINO</th> <th>AG. GRUESO</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6,23</td> <td>10,38</td> <td>33,00</td> <td>42,00</td> <td>[kg]</td> </tr> <tr> <td>0,6</td> <td>1</td> <td>3,18</td> <td>4,04</td> <td>[adm.]</td> </tr> </tbody> </table>	AGUA	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO		6,23	10,38	33,00	42,00	[kg]	0,6	1	3,18	4,04	[adm.]							
AGUA	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO																				
6,23	10,38	33,00	42,00	[kg]																			
0,6	1	3,18	4,04	[adm.]																			
12.- CORRECCION POR HUMEDAD	<table border="1"> <thead> <tr> <th>kg</th> <th>CONDICIÓN</th> <th>DIFERENCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>32,90</td> <td>NO SOBRESATURADO, AUMENTAR AGUA</td> <td>-0,10</td> </tr> <tr> <td>41,27</td> <td>SOBRESATURADO, DISMINUIR AGUA</td> <td>-0,73</td> </tr> </tbody> </table>	kg	CONDICIÓN	DIFERENCIA	32,90	NO SOBRESATURADO, AUMENTAR AGUA	-0,10	41,27	SOBRESATURADO, DISMINUIR AGUA	-0,73													
kg	CONDICIÓN	DIFERENCIA																					
32,90	NO SOBRESATURADO, AUMENTAR AGUA	-0,10																					
41,27	SOBRESATURADO, DISMINUIR AGUA	-0,73																					
13.- DOSIFICACIÓN CORREGIDA POR HUMEDAD	<table border="1"> <thead> <tr> <th>AGUA</th> <th>CEMENTO</th> <th>AG. FINO</th> <th>AG. GRUESO</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7,06</td> <td>10,38</td> <td>32,90</td> <td>41,27</td> <td>[kg]</td> </tr> <tr> <td>0,68</td> <td>1</td> <td>3,17</td> <td>3,97</td> <td>[adm.]</td> </tr> <tr> <td>AL PESO * 50 kg</td> <td>50</td> <td>34,00</td> <td>50,00</td> <td>158,42</td> <td>198,71</td> <td>[kg]</td> </tr> </tbody> </table>	AGUA	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO		7,06	10,38	32,90	41,27	[kg]	0,68	1	3,17	3,97	[adm.]	AL PESO * 50 kg	50	34,00	50,00	158,42	198,71	[kg]
AGUA	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO																				
7,06	10,38	32,90	41,27	[kg]																			
0,68	1	3,17	3,97	[adm.]																			
AL PESO * 50 kg	50	34,00	50,00	158,42	198,71	[kg]																	
14.- AGUA POR ACENTAMIENTO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>AGUA</th> <th>CEMENTO</th> <th>AG. FINO</th> <th>AG. GRUESO</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,06</td> <td>15,38</td> <td>32,90</td> <td>41,27</td> <td>[kg]</td> </tr> <tr> <td>0,65</td> <td>1</td> <td>2,14</td> <td>2,68</td> <td>[adm.]</td> </tr> <tr> <td>AL PESO * 50 kg</td> <td>50</td> <td>32,70</td> <td>50,00</td> <td>106,93</td> <td>134,12</td> <td>[kg]</td> </tr> </tbody> </table>	AGUA	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO		10,06	15,38	32,90	41,27	[kg]	0,65	1	2,14	2,68	[adm.]	AL PESO * 50 kg	50	32,70	50,00	106,93	134,12	[kg]
AGUA	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO																				
10,06	15,38	32,90	41,27	[kg]																			
0,65	1	2,14	2,68	[adm.]																			
AL PESO * 50 kg	50	32,70	50,00	106,93	134,12	[kg]																	

ANEXO D. ENSAYOS A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN REALIZADOS EN LA ETAPA PRELIMINAR.

1. Primera Dosificación de Prueba

- Cilindros de hormigón ensayados a los 7 días (2 probetas)

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO						
FACULTAD DE INGENIERIA								
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL								
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.								
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL								
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		06/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		13/10/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		7	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		40%	TEMPERATURA 24,50 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%	
	18,53	35,58	48,14	13,11	0,00		0	
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		
				PROMEDIO	IMAGEN			
DIAMETRO (mm)	150,39	152,42	-	151				
ALTURA (mm)	300,80	301,09	301,19	301				
PESO (kg)	-							
CARGA (kN)	156000,00							
AREA (mm2)	18004,05							
ESFUERZO (kg/cm2)	88,42			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 1		
DENSIDAD (kg/m3)	-			TIPO DE FALLA		VI		

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.							
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	06/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	13/10/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	7	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	40%	TEMPERATURA 24,50 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	18,53	35,58	48,14	13,11	0,00		0
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	154,28	151,29	-	153			
ALTURA (mm)	300,41	300,19	300,72	300			
PESO (kg)	-						
CARGA (kN)	169122,00						
AREA (mm2)	18333,75						
ESFUERZO (kg/cm2)	94,13			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 2	
DENSIDAD (kg/m3)	-			TIPO DE FALLA		II	

- Cilindros de Prueba ensayados a los 28 días (1 probetas)

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
		FACULTAD DE INGENIERIA					
		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.							
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	06/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	03/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	40%	TEMPERATURA
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	18,53	35,58	48,14	13,11	0,00		0
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	150,25	150,27	-	150			
ALTURA (mm)	301,87	300,89	302,80	302			
PESO (kg)	-						
CARGA (kN)	373906,00						
AREA (mm2)	17732,77						
ESFUERZO (kg/cm2)	215,16			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 3	
DENSIDAD (kg/m3)	-			TIPO DE FALLA		II	

- Cilindros de Hormigón Modificado ensayados a los 28 días (3 probetas)

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
		FACULTAD DE INGENIERIA					
		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	06/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	03/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	40%	TEMPERATURA
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	18,53	35,58	48,14	13,11	1,42		4
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO		IMAGEN	
DIAMETRO (mm)	151,21	152,60	-	152			
ALTURA (mm)	302,22	301,78	301,23	302			
PESO (kg)	-						
CARGA (kN)	313000,00						
AREA (mm2)	18123,16						
ESFUERZO (kg/cm2)	176,23			IDENTIFICACIÓN: C-HM 1			
DENSIDAD (kg/m3)	-			TIPO DE FALLA IV			

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	06/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	03/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	40%	TEMPERATURA 24,50 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		
	18,53	35,58	48,14	13,11	1,42		
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	152,48	152,42	-	152			
ALTURA (mm)	305,60	305,83	305,75	306			
PESO (kg)	-						
CARGA (kN)	332022,00						
AREA (mm2)	18253,44						
ESFUERZO (kg/cm2)	185,61			IDENTIFICACIÓN: C-HM 2			
DENSIDAD (kg/m3)	-			TIPO DE FALLA			II

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		06/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		03/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		40%
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	18,53	35,58	48,14	13,11	1,42		4
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO		IMAGEN	
DIAMETRO (mm)		151,24	149,06	-	150		
ALTURA (mm)		304,11	305,72	305,22	305		
PESO (kg)		-					
CARGA (kN)		280700,00					
AREA (mm2)		17706,82					
ESFUERZO (kg/cm2)		161,76			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 3
DENSIDAD (kg/m3)		-			TIPO DE FALLA		III

2. Segunda Dosificación de Prueba

- Cilindros de Hormigón ensayados a los 7 días (2 probetas)

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.							
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN 16/10/2015		
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO 23/10/2015		
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días) 7		
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD 41%	TEMPERATURA 22,48 °C	
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg) %		
	18,75	32,90	41,27	12,08	0,00 0		
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	152,00	152,11	-	152			
ALTURA (mm)	304,42	304,14	306,08	305			
PESO (kg)	-						
CARGA (kN)	205759,00						
AREA (mm2)	18158,97						
ESFUERZO (kg/cm2)	115,62			IDENTIFICACIÓN: C-HC 1			
DENSIDAD (kg/m3)	-			TIPO DE FALLA			II

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.							
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN 16/10/2015		
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO 23/10/2015		
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días) 7		
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD 41%	TEMPERATURA 22,48 °C	
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg) %		
	18,75	32,90	41,27	12,08	0,00 0		
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	152,25	152,36	-	152			
ALTURA (mm)	304,50	305,35	304,67	305			
PESO (kg)	-						
CARGA (kN)	190179,00						
AREA (mm2)	18218,73						
ESFUERZO (kg/cm2)		106,52		IDENTIFICACIÓN: C-HC 2			
DENSIDAD (kg/m3)		-		TIPO DE FALLA II			

- Cilindros de Hormigón ensayados a los 28 días (4 probetas)

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 									
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.									
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL									
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN			16/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO			13/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)			28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD			41%	
				TEMPERATURA		22,48 °C			
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%		
	18,75	32,90	41,27	12,08	0,00		0		
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR				ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN				
DIAMETRO (mm)		152,29	152,60	-					
ALTURA (mm)		304,00	303,00	304,00					
PESO (kg)		-							
CARGA (kN)		374400,00							
AREA (mm²)		18252,24							
ESFUERZO (kg/cm²)		209,31			IDENTIFICACIÓN:				C-HC 3
DENSIDAD (kg/m³)		-			TIPO DE FALLA				IV

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 									
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.									
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL									
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN			16/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO			13/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)			28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD			41%	
				TEMPERATURA		22,48 °C			
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%		
	18,75	32,90	41,27	12,08	0,00		0		
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR				ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN				
DIAMETRO (mm)		152,20	152,36	-					
ALTURA (mm)		304,00	303,00	304,00					
PESO (kg)		-							
CARGA (kN)		407700,00							
AREA (mm²)		18212,75							
ESFUERZO (kg/cm²)		228,42			IDENTIFICACIÓN:				C-HC 4
DENSIDAD (kg/m³)		-			TIPO DE FALLA				V

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210$ kg/cm2.							
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	16/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	13/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	41%	TEMPERATURA 22,48 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	18,75	32,90	41,27	12,08	0,00		0
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO PC		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO		IMAGEN	
DIAMETRO (mm)		152,76	152,74	-	153		
ALTURA (mm)		304,00	305,00	303,00	304		
PESO (kg)		-					
CARGA (kN)		398300,00					
AREA (mm2)		18325,35					
ESFUERZO (kg/cm2)		221,78					
DENSIDAD (kg/m3)		-			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 5
					TIPO DE FALLA		V

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO						
FACULTAD DE INGENIERIA								
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL								
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210$ kg/cm2.								
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL								
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		16/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		13/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		41%	TEMPERATURA 22,48 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%	
	18,75	32,90	41,27	12,08	0,00		0	
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO PC		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		
DIAMETRO (mm)		152,94	152,96	-	PROMEDIO	IMAGEN		
ALTURA (mm)		303,00	304,00	304,00	304			
PESO (kg)		-						
CARGA (kN)		413000,00						
AREA (mm2)		18373,37						
ESFUERZO (kg/cm2)		229,37			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 6	
DENSIDAD (kg/m3)		-			TIPO DE FALLA		II	

3. Tercera Dosificación de Prueba

- Cilindros de Hormigón ensayados a los 7 días (2 probetas)

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.							
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		16/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		23/10/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		7
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		12,80%
					TEMPERATURA		22,48 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	15,29	23,55	41,27	9,97	0,00		0
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	152,16	152,46	-	152			
ALTURA (mm)	304,77	304,25	304,98	305			
PESO (kg)	-						
CARGA (kN)	248630,00						
AREA (mm2)	18219,93						
ESFUERZO (kg/cm2)	139,25			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 1	
DENSIDAD (kg/m3)	-			TIPO DE FALLA		V	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.							
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		16/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		23/10/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		7
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		12,80% TEMPERATURA 22,48 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	15,29	23,55	41,27	9,97	0,00		0
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
DIAMETRO (mm)		153,00	152,86	-	PROMEDIO	IMAGEN	
ALTURA (mm)		307,21	305,55	306,78	307		
PESO (kg)		-					
CARGA (kN)		241407,00					
AREA (mm2)		18368,57					
ESFUERZO (kg/cm2)		134,11					
DENSIDAD (kg/m3)		-			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 2
					TIPO DE FALLA		II

- Cilindros de Hormigón ensayados a los 28 días (3 probetas)

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.							
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		16/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		13/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		12,80%
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	TEMPERATURA		22,48 °C
	15,29	23,55	41,27	9,97	F. Neumático (kg)		%
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO		IMAGEN	
DIAMETRO (mm)		152,81	152,61	-	153		
ALTURA (mm)		304,00	303,00	304,00	304		
PESO (kg)		-					
CARGA (kN)		267700,00					
AREA (mm2)		18315,76					
ESFUERZO (kg/cm2)		149,14			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 3
DENSIDAD (kg/m3)		-			TIPO DE FALLA		V

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.							
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		16/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		13/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		12,80%
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	TEMPERATURA		22,48 °C
	15,29	23,55	41,27	9,97	F. Neumático (kg)		%
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
DIAMETRO (mm)		152,74	152,99	-	PROMEDIO	IMAGEN	
ALTURA (mm)		304,00	305,00	303,00	153		
PESO (kg)		-			304		
CARGA (kN)		412600,00					
AREA (mm2)		18352,96					
ESFUERZO (kg/cm2)		229,40					
DENSIDAD (kg/m3)		-			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 4
					TIPO DE FALLA		IV

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.							
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	16/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	13/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	12,80%	TEMPERATURA 22,48 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	15,29	23,55	41,27	9,97	0,00		0
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO PC	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)		152,91	152,86	-	153		
ALTURA (mm)		304,00	305,00	305,00	305		
PESO (kg)		-					
CARGA (kN)		386900,00					
AREA (mm2)		18357,76					
ESFUERZO (kg/cm2)		215,06			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 5
DENSIDAD (kg/m3)		-			TIPO DE FALLA		II

4. Cuarta Dosificación de Prueba

- Cilindros de Hormigón ensayados a los 7 días (2 probetas)

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.							
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	16/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	23/10/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	7	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	12,80%	TEMPERATURA 22,48 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	15,38	32,90	41,27	10,06	0,00		0
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	152,46	151,85	-	152			
ALTURA (mm)	307,91	305,43	305,95	306			
PESO (kg)	-						
CARGA (kN)	189046,00						
AREA (mm2)	18182,87						
ESFUERZO (kg/cm2)	106,09			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 1	
DENSIDAD (kg/m3)	-			TIPO DE FALLA		VI	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.							
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		16/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		23/10/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		7
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		12,80%
					TEMPERATURA		22,48 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	15,38	32,90	41,27	10,06	0,00		0
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
						PROMEDIO	
DIAMETRO (mm)	153,00	152,86	-	153			
ALTURA (mm)	307,21	305,55	306,78	307			
PESO (kg)	-						
CARGA (kN)	241407,00						
AREA (mm2)	18368,57						
ESFUERZO (kg/cm2)	134,11			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 2	
DENSIDAD (kg/m3)	-			TIPO DE FALLA		II	

- Cilindros de Hormigón ensayados a los 28 días (2 probetas)

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.							
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		16/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		13/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		12,80%
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	15,38	32,90	41,27	10,06	0,00		0
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)		150,25	150,05	-	150		
ALTURA (mm)		300,00	301,00	302,00	301		
PESO (kg)		-					
CARGA (kN)		406400,00					
AREA (mm2)		17706,82					
ESFUERZO (kg/cm2)		234,20			IDENTIFICACIÓN: C-HC 3		
DENSIDAD (kg/m3)		-			TIPO DE FALLA II		

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO						
FACULTAD DE INGENIERIA								
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL								
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.								
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL								
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		16/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		13/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		12,80%	TEMPERATURA
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%	
	15,38	32,90	41,27	10,06	0,00		0	
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		
				PROMEDIO	IMAGEN			
DIAMETRO (mm)	151,46	152,13	-	152				
ALTURA (mm)	301,00	301,00	302,00	301				
PESO (kg)	-							
CARGA (kN)	404300,00							
AREA (mm2)	18096,93							
ESFUERZO (kg/cm2)		227,97		IDENTIFICACIÓN:			C-HC 4	
DENSIDAD (kg/m3)		-		TIPO DE FALLA			III	

ANEXO E. PORCENTAJES DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS 24 HRS. ANTES DE LA ELABORACIÓN DE LAS PROBETAS CILINDRICAS. PRIMERA ETAPA

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
FACULTAD DE INGENIERIA					
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.					
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD 24Hrs. ANTES DE LA ELABORACION DE LA MEZCLA					
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CANTERA	HNOS. CASTRO CERRO NEGRO	FECHA DE REALIZACIÓN	27/10/2015	
	MATERIAL	POLVO DE PIEDRA	NORMA	NTE INEN 857	
	UBICACIÓN	SAN MARTÍN DE VERANILLO. KILÓMETRO 3.5.	TESISTAS	ARACELLY RODRÍGUEZ JOSÉ BLADIMIR VILLALBA	
COD.	DESCRIPCIÓN		VALOR	UNIDAD	
A1	Masa recipiente 1		246,00	g	
A1	Masa recipiente 2		486,00	g	
B1	Masa recipiente 1 + agregado en estado natural		746,00	g	
B2	Masa recipiente 2 + agregado en estado natural		986,00	g	
C1	Masa recipiente 1 + agregado en estado seco		725,00	g	
C2	Masa recipiente 2 + agregado en estado seco		966,00	g	
D1=B1-A1	Masa agregado en estado natural recipiente 1		500,00	g	
D2=B2-A2	Masa agregado en estado natural recipiente 2		500,00	g	
E1=C1-A1	Masa agregado en estado seco recipiente 1		479,00	g	
E2=C1-A2	Masa agregado en estado seco recipiente 2		480,00	g	
$F1=(D1-E1)/E1*100$	Contenido de humedad recipiente 1		4,38	g	
$F2=(D2-E2)/E2*100$	Contenido de humedad recipiente 2		4,17	g	
$G=(F1+F2)/2$	% DE HUMEDAD DEL ÁRIDO FINO		4,28	%	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL			
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.					
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD 24Hrs. ANTES DE LA ELABORACION DE LA MEZCLA					
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CANtera HNOS. CASTRO CERRO NEGRO MATERIA RIOPIO TRITURADO UBICACIÓN SAN MARTÍN DE VERANILLO. KILÓMETRO 3.5.	FECHA DE REALIZACIÓN 05/10/2015 NORMA NTE INEN 857 TESISTAS ARACELLY RODRÍGUEZ JOSÉ BLADIMIR VILLALBA		
COD.	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD		
A1	Masa recipiente 1	607,00	g		
A1	Masa recipiente 2	613,00	g		
B1	Masa recipiente 1 + agregado en estado natural	5607,00	g		
B2	Masa recipiente 2 + agregado en estado natural	5613,00	g		
C1	Masa recipiente 1 + agregado en estado seco	5593,00	g		
C2	Masa recipiente 2 + agregado en estado seco	5597,00	g		
D1=B1-A1	Masa agregado en estado natural recipiente 1	5000,00	g		
D2=B2-A2	Masa agregado en estado natural recipiente 2	5000,00	g		
E1=C1-A1	Masa agregado en estado seco recipiente 1	4986,00	g		
E2=C1-A2	Masa agregado en estado seco recipiente 2	4984,00	g		
F1=((D1-E1)/E1)*100	Contenido de humedad recipiente 1	0,28	g		
F2=((D2-E2)/E2)*100	Contenido de humedad recipiente 2	0,32	g		
G= (F1+F2)/2	% DE HUMEDAD DEL ÁRIDO GRUESO	0,30	%		

ANEXO F. PROBETAS CILÍNDRICAS Y VIGAS DE HORMIGÓN CON PORCENTAJES DE FIBRA DE NEUMÁTICO EN 2, 3, 4, 5 Y 6 % DEL PESO DEL AGREGADO FINO.

1. Informes de los ensayos de resistencia a la compresión.

- Hormigón Modificado con 2 % de fibra de Neumático.

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO						
FACULTAD DE INGENIERIA								
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL								
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.								
TESIS:								
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL								
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		28/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		25/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		48%	TEMPERATURA 21 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%	
	35,67	55,23	96,29	23,00	0,00		0	
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		
				PROMEDIO		IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	153,00	153,58	-	153				
ALTURA (mm)	300,00	300,00	300,00	300				
PESO (kg)	12,623							
CARGA (kN)	580,40							
AREA (mm2)	18455,15							
ESFUERZO (kg/cm2)	320,91			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 1		
DENSIDAD (kg/m3)	2,25			TIPO DE FALLA		II		

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO						
FACULTAD DE INGENIERIA								
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL								
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.								
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL								
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN			28/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO			25/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)			28
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD			48%
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%	
	35,67	55,23	96,29	23,00	0,00		0	
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		
				PROMEDIO		IMAGEN		
DIAMETRO (mm)		152,10	152,56	-	152			
ALTURA (mm)		304,00	304,00	305,00	304			
PESO (kg)		12,789						
CARGA (kN)		535,40						
AREA (mm2)		18224,72						
ESFUERZO (kg/cm2)		299,77				IDENTIFICACIÓN:		
DENSIDAD (kg/m3)		2,31				TIPO DE FALLA		
						C-HC 2		
						IV		

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
		FACULTAD DE INGENIERIA					
		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.							
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	28/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	25/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	48%	TEMPERATURA 21 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	55,23	96,29	23,00	0,00		0
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO PC		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	152,30	152,43	-	152			
ALTURA (mm)	305,00	304,00	304,00	304			
PESO (kg)	12,88						
CARGA (kN)	533,90						
AREA (mm2)	18233,09						
ESFUERZO (kg/cm2)	298,80			IDENTIFICACIÓN:			C-HC 3
DENSIDAD (kg/m3)	2,32			TIPO DE FALLA			II

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO						
FACULTAD DE INGENIERIA								
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL								
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.								
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL								
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	28/10/2015		
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	25/11/2015		
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28		
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	48%	TEMPERATURA 21 °C	
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)			%
	35,67	55,23	96,29	23,00	0,00			0
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR				ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA
				PROMEDIO		IMAGEN		
DIAMETRO (mm)		151,89	152,32	-	152			
ALTURA (mm)		303,00	303,00	304,00	303			
PESO (kg)		12,704						
CARGA (kN)		544,10						
AREA (mm2)		18170,92						
ESFUERZO (kg/cm2)		305,55			IDENTIFICACIÓN: C-HC 4			
DENSIDAD (kg/m3)		2,30			TIPO DE FALLA			II

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.							
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	28/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	25/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	48%	TEMPERATURA 21 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	55,23	96,29	23,00	0,00		0
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	151,00	151,76	-	151			
ALTURA (mm)	306,00	305,00	305,00	305			
PESO (kg)	12,925						
CARGA (kN)	531,70						
AREA (mm2)	17998,11						
ESFUERZO (kg/cm2)	301,45			IDENTIFICACIÓN: C-HC 5			
DENSIDAD (kg/m3)	2,36			TIPO DE FALLA II			

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.							
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	28/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	25/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	48%	TEMPERATURA 21 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	55,23	96,29	23,00	0,00		0
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO PC		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO		IMAGEN	
DIAMETRO (mm)		150,51	150,85	-	151		
ALTURA (mm)		304,00	304,00	304,00	304		
PESO (kg)		12,802					
CARGA (kN)		541,60					
AREA (mm2)		17832,04					
ESFUERZO (kg/cm2)		309,92			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 6
DENSIDAD (kg/m3)		2,36			TIPO DE FALLA		III

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO							
FACULTAD DE INGENIERIA									
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL									
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.									
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-2%.									
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		28/10/2015		
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		25/11/2015		
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28		
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		48%	TEMPERATURA	21 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%		
	35,67	54,13	96,29	23,00	1,10		2		
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
						PROMEDIO		IMAGEN	
DIAMETRO (mm)		151,90	152,87	-		152			
ALTURA (mm)		300,00	300,00	302,00		301			
PESO (kg)		12,625							
CARGA (kN)		439,20							
AREA (mm2)		18237,88							
ESFUERZO (kg/cm2)		245,73				IDENTIFICACIÓN:		C-HM 1	
DENSIDAD (kg/m3)		2,29				TIPO DE FALLA		II	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-2%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	28/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	25/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	48%	TEMPERATURA 21 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	54,13	96,29	23,00	1,10		2
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	151,72	151,69	-	152			
ALTURA (mm)	304,00	302,00	304,00	303			
PESO (kg)	12,678						
CARGA (kN)	454,50						
AREA (mm2)	18075,47						
ESFUERZO (kg/cm2)	256,58			IDENTIFICACIÓN: C-HM 2			
DENSIDAD (kg/m3)	2,32			TIPO DE FALLA		II	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO						
FACULTAD DE INGENIERIA								
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL								
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.								
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-2%.								
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		25/11/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		23/12/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		48%	TEMPERATURA
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%	
	35,67	54,13	96,29	23,00	1,10		2	
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO PC		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		
				PROMEDIO		IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	151,04	152,16	-	152				
ALTURA (mm)	305,00	304,00	301,00	303				
PESO (kg)	12,744							
CARGA (kN)	422,10							
AREA (mm2)	18050,46							
ESFUERZO (kg/cm2)	238,62					IDENTIFICACIÓN:		C-HM 3
DENSIDAD (kg/m3)	2,34					TIPO DE FALLA		II

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'c = 210 KG/CM2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-2%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	28/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	25/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	48%	TEMPERATURA
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	54,13	96,29	23,00	1,10		2
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
				PROMEDIO		IMAGEN	
DIAMETRO (mm)		152,86	152,35	-	153		
ALTURA (mm)		301,00	301,00	301,00	301		
PESO (kg)		12,649					
CARGA (kN)		431,60					
AREA (mm2)		18290,58					
ESFUERZO (kg/cm2)		240,78			IDENTIFICACIÓN: C-HM 4		
DENSIDAD (kg/m3)		2,29			TIPO DE FALLA II		

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-2%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		28/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		25/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		48%
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	TEMPERATURA		21 °C
	35,67	54,13	96,29	23,00	F. Neumático (kg)		%
					1,10		2
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
				PROMEDIO		IMAGEN	
DIAMETRO (mm)		150,00	150,85	-	150		
ALTURA (mm)		302,00	301,00	303,00	302		
PESO (kg)		12,67					
CARGA (kN)		449,00					
AREA (mm2)		17771,74					
ESFUERZO (kg/cm2)		257,80			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 5
DENSIDAD (kg/m3)		2,36			TIPO DE FALLA		II

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-2%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	28/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	25/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	48%	TEMPERATURA 21 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	54,13	96,29	23,00	1,10		2
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO PC		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO		IMAGEN	
DIAMETRO (mm)		150,23	150,69	-	150		
ALTURA (mm)		302,00	303,00	302,00	302		
PESO (kg)		12,217					
CARGA (kN)		421,90					
AREA (mm2)		17780,01					
ESFUERZO (kg/cm2)		242,13			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 6
DENSIDAD (kg/m3)		2,27			TIPO DE FALLA		II

- Hormigón Modificado con 3 % de fibra de Neumático.

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO						
FACULTAD DE INGENIERIA								
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL								
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.								
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-3%.								
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		29/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		26/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		56%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%	
	35,67	53,58	96,29	23,00	1,66		3	
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		
				PROMEDIO		IMAGEN		
DIAMETRO (mm)		152,40	153,48	-	153			
ALTURA (mm)		306,00	306,00	305,00	306			
PESO (kg)		12,833						
CARGA (kN)		519,70						
AREA (mm2)		18370,97						
ESFUERZO (kg/cm2)		288,67			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 1	
DENSIDAD (kg/m3)		2,32			TIPO DE FALLA		III	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO						
FACULTAD DE INGENIERIA								
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL								
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.								
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-3%.								
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		29/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		26/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		56%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%	
	35,67	53,58	96,29	23,00	1,66		3	
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		
				PROMEDIO		IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	150,66	151,81	-	151				
ALTURA (mm)	304,00	305,00	305,00	305				
PESO (kg)	12,294							
CARGA (kN)	450,70							
AREA (mm2)	17963,65							
ESFUERZO (kg/cm2)	256,02			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 2		
DENSIDAD (kg/m3)	2,27			TIPO DE FALLA		III		

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'c = 210 KG/CM2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-3%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	29/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	26/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	56%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	53,58	96,29	23,00	1,66		3
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO PC		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	152,14	152,83	-	152			
ALTURA (mm)	304,00	303,00	304,00	304			
PESO (kg)	12,575						
CARGA (kN)	452,70						
AREA (mm2)	18261,82						
ESFUERZO (kg/cm2)	252,95			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 3	
DENSIDAD (kg/m3)	2,29			TIPO DE FALLA		III	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-3%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	29/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	26/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	56%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg) %		
	35,67	53,58	96,29	23,00	1,66 3		
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO		IMAGEN	
DIAMETRO (mm)		152,85	151,86	-			
ALTURA (mm)		300,00	301,00	300,00			
PESO (kg)		12,482					
CARGA (kN)		499,50					
AREA (mm2)		18230,70					
ESFUERZO (kg/cm2)		279,58			IDENTIFICACIÓN: C-HM 4		
DENSIDAD (kg/m3)		2,27			TIPO DE FALLA III		

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-3%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		29/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		26/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		56%
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	TEMPERATURA		20 °C
	35,67	53,58	96,29	23,00	F. Neumático (kg)		%
					1,66		3
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
				PROMEDIO		IMAGEN	
DIAMETRO (mm)	152,68	151,53	-	152			
ALTURA (mm)	302,00	300,00	303,00	302			
PESO (kg)	12,497						
CARGA (kN)	479,60						
AREA (mm2)	18170,92						
ESFUERZO (kg/cm2)	269,32			IDENTIFICACIÓN: C-HM 5			
DENSIDAD (kg/m3)	2,28			TIPO DE FALLA I			

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-3%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	29/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	26/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	56%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	53,58	96,29	23,00	1,66		3
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO PC		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	155,06	151,84	-	153			
ALTURA (mm)	301,00	301,00	301,00	301			
PESO (kg)	12,496						
CARGA (kN)	483,20						
AREA (mm2)	18493,69						
ESFUERZO (kg/cm2)	266,61			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 6	
DENSIDAD (kg/m3)	2,24			TIPO DE FALLA		II	

- Hormigón Modificado con 4 % de fibra de Neumático.

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO						
FACULTAD DE INGENIERIA								
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL								
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.								
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL								
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		30/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		27/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		51%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%	
	35,67	55,23	96,29	23,00	0,00		0	
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		
				PROMEDIO		IMAGEN		
DIAMETRO (mm)		152,20	151,70	-	152			
ALTURA (mm)		305,00	306,00	305,00	305			
PESO (kg)		12,814						
CARGA (kN)		541,80						
AREA (mm2)		18133,90						
ESFUERZO (kg/cm2)		304,87			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 1	
DENSIDAD (kg/m3)		2,32			TIPO DE FALLA		II	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	30/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	27/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	51%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	55,23	96,29	23,00	0,00		0
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	152,22	150,41	-	151			
ALTURA (mm)	305,00	303,00	304,00	304			
PESO (kg)	12,705						
CARGA (kN)	534,50						
AREA (mm2)	17982,66						
ESFUERZO (kg/cm2)	303,30			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 2	
DENSIDAD (kg/m3)	2,32			TIPO DE FALLA		II	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		30/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		27/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		51%
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	55,23	96,29	23,00	0,00		0
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO PC		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO		IMAGEN	
DIAMETRO (mm)		152,23	152,22	-	152		
ALTURA (mm)		305,00	304,00	305,00	305		
PESO (kg)		12,794					
CARGA (kN)		535,50					
AREA (mm2)		18199,60					
ESFUERZO (kg/cm2)		300,24			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 3
DENSIDAD (kg/m3)		2,31			TIPO DE FALLA		II

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
		FACULTAD DE INGENIERIA					
		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	30/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	27/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	51%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	55,23	96,29	23,00	0,00		0
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	152,00	151,82	-	152			
ALTURA (mm)	305,00	305,00	305,00	305			
PESO (kg)	12,773						
CARGA (kN)	519,30						
AREA (mm2)	18124,36						
ESFUERZO (kg/cm2)	292,37			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 4	
DENSIDAD (kg/m3)	2,31			TIPO DE FALLA		II	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		30/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		27/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		51%
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	TEMPERATURA		20 °C
	35,67	55,23	96,29	23,00	F. Neumático (kg)		%
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	152,30	152,10	-	152			
ALTURA (mm)	305,00	305,00	305,00	305			
PESO (kg)	12,598						
CARGA (kN)	542,00						
AREA (mm2)	18193,62						
ESFUERZO (kg/cm2)	303,99			IDENTIFICACIÓN: C-HC 5			
DENSIDAD (kg/m3)	2,27			TIPO DE FALLA II			

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO						
FACULTAD DE INGENIERIA								
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL								
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.								
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL								
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		30/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		27/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		51%	TEMPERATURA
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%	
	35,67	55,23	96,29	23,00	0,00		0	
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO PC		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		
				PROMEDIO		IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	152,22	152,00	-	152				
ALTURA (mm)	305,00	305,00	304,00	305				
PESO (kg)	12,788							
CARGA (kN)	569,60							
AREA (mm2)	18172,11							
ESFUERZO (kg/cm2)	319,84			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 6		
DENSIDAD (kg/m3)	2,31			TIPO DE FALLA		III		

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	30/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	27/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	51%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	53,03	96,29	23,00	2,21		4
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	150,21	150,90	-	151			
ALTURA (mm)	304,00	305,00	304,00	304			
PESO (kg)	12,162						
CARGA (kN)	404,30						
AREA (mm2)	17802,47						
ESFUERZO (kg/cm2)	231,74			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 1	
DENSIDAD (kg/m3)	2,27			TIPO DE FALLA		II	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	30/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	27/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	51%	TEMPERATURA
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	53,03	96,29	23,00	2,21		4
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	153,10	152,38	-	153			
ALTURA (mm)	303,00	303,00	302,00	303			
PESO (kg)	12,454						
CARGA (kN)	473,70						
AREA (mm2)	18322,95						
ESFUERZO (kg/cm2)	263,80			IDENTIFICACIÓN: C-HM 2			
DENSIDAD (kg/m3)	2,26			TIPO DE FALLA		II	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
		FACULTAD DE INGENIERIA					
		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'_c = 210$ kg/cm2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		30/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		27/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		51%
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	53,03	96,29	23,00	2,21		4
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO PC		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	152,30	152,50	-	152			
ALTURA (mm)	304,00	304,00	302,00	303			
PESO (kg)	12,511						
CARGA (kN)	512,20						
AREA (mm2)	18241,47						
ESFUERZO (kg/cm2)	286,52			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 3	
DENSIDAD (kg/m3)	2,28			TIPO DE FALLA		II	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210$ kg/cm2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	30/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	27/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	51%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	53,03	96,29	23,00	2,21		4
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POF	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)		153,18	152,69	-	153		
ALTURA (mm)		302,00	303,00	304,00	303		
PESO (kg)		12,621					
CARGA (kN)		469,90					
AREA (mm2)		18369,77					
ESFUERZO (kg/cm2)		261,02			IDENTIFICACIÓN: C-HM 4		
DENSIDAD (kg/m3)		2,29			TIPO DE FALLA		II

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	30/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	27/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	51%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)	%	
	35,67	53,03	96,29	23,00	2,21	4	
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO		IMAGEN	
DIAMETRO (mm)		151,42	153,30	-	152		
ALTURA (mm)		302,00	300,00	302,00	301		
PESO (kg)		12,441					
CARGA (kN)		439,50					
AREA (mm2)		18231,89					
ESFUERZO (kg/cm2)		245,98			IDENTIFICACIÓN: C-HM 5		
DENSIDAD (kg/m3)		2,27			TIPO DE FALLA II		

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210$ kg/cm2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	30/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	27/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	51%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	53,03	96,29	23,00	2,21		4
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	154,28	151,65	-	153			
ALTURA (mm)	300,00	301,00	301,00	301			
PESO (kg)	12,570						
CARGA (kN)	405,00						
AREA (mm2)	18376,97						
ESFUERZO (kg/cm2)	224,88			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 6	
DENSIDAD (kg/m3)	2,27			TIPO DE FALLA		II	

- Hormigón Modificado con 5 % de fibra de Neumático.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 								
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.								
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-5%.								
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN			29/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO			26/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)			28
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	56%	TEMPERATURA	20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%	
	35,67	52,47	96,29	23,00	2,76		5	
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR				ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA
				PROMEDIO	IMAGEN			
DIAMETRO (mm)	152,62	152,23	-	152				
ALTURA (mm)	305,00	304,00	304,00	304				
PESO (kg)	12,473							
CARGA (kN)	391,70							
AREA (mm²)	18247,45							
ESFUERZO (kg/cm²)	219,04			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 1		
DENSIDAD (kg/m³)	2,27			TIPO DE FALLA		VI		

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
		FACULTAD DE INGENIERIA					
		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-5%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	29/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	26/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	56%	TEMPERATURA
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	52,47	96,29	23,00	2,76		5
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	152,45	152,05	-	152			
ALTURA (mm)	304,00	305,00	305,00	305			
PESO (kg)	12,397						
CARGA (kN)	379,30						
AREA (mm2)	18205,58						
ESFUERZO (kg/cm2)	212,59			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 2	
DENSIDAD (kg/m3)	2,26			TIPO DE FALLA		II	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
		FACULTAD DE INGENIERIA					
		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-5%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	29/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	26/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	56%	TEMPERATURA
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	52,47	96,29	23,00	2,76		5
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO PC		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	152,54	152,54	-	153			
ALTURA (mm)	302,00	302,00	302,00	302			
PESO (kg)	12,467						
CARGA (kN)	374,40						
AREA (mm2)	18275,00						
ESFUERZO (kg/cm2)	209,05			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 3	
DENSIDAD (kg/m3)	2,27			TIPO DE FALLA		II	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-5%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		29/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		26/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		56%
					TEMPERATURA		20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	52,47	96,29	23,00	2,76		5
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO		IMAGEN	
DIAMETRO (mm)		152,80	152,77	-	153		
ALTURA (mm)		304,00	303,00	303,00	303		
PESO (kg)		12,626					
CARGA (kN)		422,10					
AREA (mm2)		18333,75					
ESFUERZO (kg/cm2)		234,93					
DENSIDAD (kg/m3)		2,29			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 4
					TIPO DE FALLA		II

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-5%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	29/10/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	26/11/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	56%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)	%	
	35,67	52,47	96,29	23,00	2,76	5	
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
				PROMEDIO		IMAGEN	
DIAMETRO (mm)		152,86	152,76	-	153		
ALTURA (mm)		302,00	303,00	303,00	303		
PESO (kg)		12,599					
CARGA (kN)		410,50					
AREA (mm2)		18339,75					
ESFUERZO (kg/cm2)		228,40					
DENSIDAD (kg/m3)		2,28			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 5
					TIPO DE FALLA		II

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
		FACULTAD DE INGENIERIA					
		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210$ kg/cm2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-5%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		29/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		26/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		56%
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	52,47	96,29	23,00	2,76		5
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO PC		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO		IMAGEN	
DIAMETRO (mm)	153,97	152,70	-	153			
ALTURA (mm)	301,00	301,00	300,00	301			
PESO (kg)	12,400						
CARGA (kN)	373,40						
AREA (mm2)	18465,98						
ESFUERZO (kg/cm2)	206,34			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 6	
DENSIDAD (kg/m3)	2,23			TIPO DE FALLA		III	

- Hormigón Modificado con 6 % de fibra de Neumático.

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	04/11/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	02/12/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	49%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg) %		
	35,67	55,23	96,29	23,00	0,00 0		
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)		152,51	152,56	-	153		
ALTURA (mm)		306,00	306,00	307,00	306		
PESO (kg)		12,899					
CARGA (kN)		553,90					
AREA (mm2)		18273,80					
ESFUERZO (kg/cm2)		309,30			IDENTIFICACIÓN: C-HC 1		
DENSIDAD (kg/m3)		2,32			TIPO DE FALLA II		

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	04/11/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	02/12/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	49%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)	%	
	35,67	55,23	96,29	23,00	0,00	0	
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	152,92	152,80	-	153			
ALTURA (mm)	307,00	306,00	304,00	306			
PESO (kg)	12,815						
CARGA (kN)	542,20						
AREA (mm2)	18351,75						
ESFUERZO (kg/cm2)	301,48			IDENTIFICACIÓN: C-HC 2			
DENSIDAD (kg/m3)	2,29			TIPO DE FALLA II			

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	04/11/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	02/12/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	49%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	55,23	96,29	23,00	0,00		0
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO PC		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO		IMAGEN	
DIAMETRO (mm)	152,77	152,92	-	153			
ALTURA (mm)	305,00	305,00	304,00	305			
PESO (kg)	12,892						
CARGA (kN)	529,90						
AREA (mm2)	18348,15						
ESFUERZO (kg/cm2)	294,70			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 3	
DENSIDAD (kg/m3)	2,31			TIPO DE FALLA		II	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
		FACULTAD DE INGENIERIA					
		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.							
TESIS:							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	04/11/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	02/12/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	49%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	55,23	96,29	23,00	0,00		0
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	152,51	152,50	-	153			
ALTURA (mm)	305,00	306,00	306,00	306			
PESO (kg)	12,893						
CARGA (kN)	510,40						
AREA (mm2)	18266,61						
ESFUERZO (kg/cm2)	285,12			IDENTIFICACIÓN: C-HC 4			
DENSIDAD (kg/m3)	2,32			TIPO DE FALLA		VI	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
		FACULTAD DE INGENIERIA					
		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.							
TESIS:							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	04/11/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	02/12/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	49%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	55,23	96,29	23,00	0,00		0
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	152,71	152,74	-	153			
ALTURA (mm)	302,00	302,00	304,00	303			
PESO (kg)	12,798						
CARGA (kN)	602,40						
AREA (mm2)	18319,35						
ESFUERZO (kg/cm2)	335,54						
DENSIDAD (kg/m3)	2,29			TIPO DE FALLA		III	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
		FACULTAD DE INGENIERIA					
		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		04/11/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		02/12/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		49%
DOSIFICACIÓN:					TEMPERATURA		20 °C
	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	55,23	96,29	23,00	0,00		0
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO PC		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO		IMAGEN	
DIAMETRO (mm)	152,82	152,74	-	153			
ALTURA (mm)	305,00	305,00	304,00	305			
PESO (kg)	12,836						
CARGA (kN)	560,70						
AREA (mm2)	18332,55						
ESFUERZO (kg/cm2)	312,09			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 6	
DENSIDAD (kg/m3)	2,30			TIPO DE FALLA		III	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-6%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	04/11/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	02/12/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	49%	TEMPERATURA
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	51,92	96,29	23,00	3,31		6
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	152,96	152,62	-	153			
ALTURA (mm)	306,00	305,00	305,00	305			
PESO (kg)	12,522						
CARGA (kN)	389,90						
AREA (mm2)	18334,95						
ESFUERZO (kg/cm2)	216,99			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 1	
DENSIDAD (kg/m3)	2,25			TIPO DE FALLA		II	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-6%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	04/11/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	02/12/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	49%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg) %		
	35,67	51,92	96,29	23,00	3,31 6		
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	150,91	154,80	-	153			
ALTURA (mm)	302,00	304,00	302,00	303			
PESO (kg)	12,477						
CARGA (kN)	359,90						
AREA (mm2)	18350,55						
ESFUERZO (kg/cm2)	200,13			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 2	
DENSIDAD (kg/m3)	2,24			TIPO DE FALLA		V	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'_c = 210$ kg/cm2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-6%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	04/11/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	02/12/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	49%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	51,92	96,29	23,00	3,31		6
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO PC		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	149,88	151,60	-	151			
ALTURA (mm)	302,00	302,00	302,00	302			
PESO (kg)	12,466						
CARGA (kN)	408,80						
AREA (mm2)	17846,25						
ESFUERZO (kg/cm2)	233,74			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 3	
DENSIDAD (kg/m3)	2,31			TIPO DE FALLA		VI	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-6%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	04/11/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	02/12/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	49%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	51,92	96,29	23,00	3,31		6
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	149,78	149,74	-	150			
ALTURA (mm)	301,00	302,00	302,00	302			
PESO (kg)	12,322						
CARGA (kN)	429,20						
AREA (mm2)	17614,96						
ESFUERZO (kg/cm2)	248,63			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 4	
DENSIDAD (kg/m3)	2,31			TIPO DE FALLA		VI	

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
FACULTAD DE INGENIERIA							
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-6%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	04/11/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	02/12/2015	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	49%	TEMPERATURA 20 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)	%	
	35,67	51,92	96,29	23,00	3,31	6	
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
				PROMEDIO		IMAGEN	
DIAMETRO (mm)		151,86	148,84	-	150		
ALTURA (mm)		305,00	304,00	303,00	304		
PESO (kg)		12,039					
CARGA (kN)		342,30					
AREA (mm2)		17754,02					
ESFUERZO (kg/cm2)		196,74			IDENTIFICACIÓN: C-HM 5		
DENSIDAD (kg/m3)		2,24			TIPO DE FALLA		III

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
		FACULTAD DE INGENIERIA					
		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210$ kg/cm2.							
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-6%.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN		04/11/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO		02/12/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)		28
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD		49%
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35,67	51,92	96,29	23,00	3,31		6
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO PC		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO		IMAGEN	
DIAMETRO (mm)	152,64	152,71	-	153			
ALTURA (mm)	303,00	303,00	303,00	303			
PESO (kg)	12,551						
CARGA (kN)	407,90						
AREA (mm2)	18307,36						
ESFUERZO (kg/cm2)	227,35			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 6	
DENSIDAD (kg/m3)	2,26			TIPO DE FALLA		V	

2. Informes de ensayo a flexión realizados en vigas de 15x15x60 cm

- Hormigón Modificado con 2 % de fibra de Neumático.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.

TESIS:

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).

PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	28/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	25/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA		NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	150,81	150,87	150,77	151	
ALTURA	144,29	148,13	149,87	147	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	21534,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2197,35				
MÓDULO DE ROTURA (MPa)	2,96			IDENTIFICACIÓN:	V-HC 1
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	30,16			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL.

(UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).

PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	28/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	25/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	150,58	150,97	150,78	151	
ALTURA	142,6	146,87	151,82	147	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	16108,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	1643,67				
MÓDULO DE ROTURA (MPa)	2,22			IDENTIFICACIÓN:	V-HC 2
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	22,67			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL.

(UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).

PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	28/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	25/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	150,99	150,68	150,78	151	
ALTURA	148	149	150	149	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	24578,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2507,96				
MÓDULO DE ROTURA (MPa)	3,30			IDENTIFICACIÓN:	V-HC 3
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	33,71			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-2%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).

PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	28/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	25/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	147	145	150	147	
ALTURA	148	152	150	150	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	27089,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2764,18				
MÓDULO DE ROTURA (MPA)	3,68			IDENTIFICACIÓN:	V-HM 1
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	37,52			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-2%.
(UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).

PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	28/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	25/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	153	150	150	151	
ALTURA	150	145	150	148	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	23468,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2394,69				
MÓDULO DE ROTURA (MPa)	3,18			IDENTIFICACIÓN:	V-HM-2
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	32,43			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-2%.
(UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).

PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	28/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	25/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	148	149	150	149	
ALTURA	148	149	150	149	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	24242,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2473,67				
MÓDULO DE ROTURA (MPA)	3,30			IDENTIFICACIÓN:	V-HM 3
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	33,65			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN

- Hormigón Modificado con 3 % de fibra de Neumático.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-3%.
(UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).

PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	29/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	26/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	150	151	150,5	151	
ALTURA	148	148	148	148	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	28009,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2858,06				
MÓDULO DE ROTURA (MPA)	3,82			IDENTIFICACIÓN:	V-HM 1
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	39,01			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL 					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.					
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-3%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	29/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	26/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	152	152	152	152	
ALTURA	151	151	151	151	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	30853,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	3148,27				
MÓDULO DE ROTURA (MPA)	4,01			IDENTIFICACIÓN:	V-HM-2
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	40,88			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL 					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.					
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-3%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	29/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	26/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	151	153	152	152	
ALTURA	152	152	152	152	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	24526,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2502,65				
MÓDULO DE ROTURA (MPA)	3,14			IDENTIFICACIÓN:	V-HM 3
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	32,07			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN

- Hormigón Modificado con 4 % de fibra de Neumático.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).

PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO	FECHA DE REALIZACIÓN	30/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO	FECHA DE ENSAYO	27/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO	EDAD (días)	28
NORMA		NTE INEN 2554:2011	REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA
			PROMEDIO	IMAGEN
BASE	151	150	152	151
ALTURA	153	154	155	154
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450
FUERZA MÁXIMA (N)	25616,00			
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2613,88			
MÓDULO DE ROTURA (MPa)	3,22			
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	32,85			
			IDENTIFICACIÓN:	V-HC 1
			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).

PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	30/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	27/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA	NTE INEN 2554:2011			REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	155	154	154	154	
ALTURA	154	155	155	155	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	26114,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2664,69				
MÓDULO DE ROTURA (MPa)	3,18			IDENTIFICACIÓN:	V-HC 2
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	32,48			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).

PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	30/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	27/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA		NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	153	153	152	153	
ALTURA	152	152	153	152	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	22559,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2301,94				
MÓDULO DE ROTURA (MPa)	2,87			IDENTIFICACIÓN:	V-HC 3
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	29,24			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.
(UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).

PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	30/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	27/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA		NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	147	145	146	146	
ALTURA	149	149	149	149	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	26232,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2676,73				
MÓDULO DE ROTURA (MPa)	3,64			IDENTIFICACIÓN:	V-HM 1
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	37,16			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).

PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	30/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	27/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	150	151	150	150	
ALTURA	151	154	152,5	153	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	32986,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	3365,92				
MÓDULO DE ROTURA (MPA)	4,25			IDENTIFICACIÓN:	V-HM-2
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	43,32			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



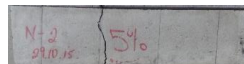
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.

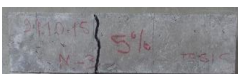
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).

PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	30/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	27/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA		NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	149	149	148	149	
ALTURA	151	152	151	151	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	29716,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	3032,24				
MÓDULO DE ROTURA (MPA)	3,93			IDENTIFICACIÓN:	V-HM 3
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	40,08			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN

- Hormigón Modificado con 5 % de fibra de Neumático.

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
		FACULTAD DE INGENIERÍA			
		ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL			
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.					
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-5%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	29/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	26/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA		NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	145	148	146,5	147	
ALTURA	148	146	147	147	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	28009,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2858,06				
MÓDULO DE ROTURA (MPa)	3,98			IDENTIFICACIÓN:	V-HM 1
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	40,63			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
FACULTAD DE INGENIERÍA					
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.					
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-5%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	29/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	26/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	150	150	150	150	
ALTURA	148	145	146,5	147	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	24739,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2524,39				
MÓDULO DE ROTURA (MPa)	3,46			IDENTIFICACIÓN:	V-HM-2
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	35,29			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL 					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.					
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-5%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	29/10/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	26/11/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	148	148	148	148	
ALTURA	147	151	149	149	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	28009,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2858,06				
MÓDULO DE ROTURA (MPA)	3,84			IDENTIFICACIÓN:	V-HM 3
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	39,14			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN

- Hormigón Modificado con 6 % de fibra de Neumático.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL 					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.					
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	04/11/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	02/12/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	154	154	155	154	
ALTURA	153	154	156	154	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	27863,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2843,16				
MÓDULO DE ROTURA (MPA)	3,41			IDENTIFICACIÓN:	V-HC 1
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	34,80			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).

PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	04/11/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	02/12/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA		NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	155	155	155	155	
ALTURA	152	152	153	152	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	29005,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2959,69				
MÓDULO DE ROTURA (MPa)	3,63			IDENTIFICACIÓN:	V-HC 2
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	37,03			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).

PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	04/11/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	02/12/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA		NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	155	156	157	156	
ALTURA	153	154	153	153	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	32133,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	3278,88				
MÓDULO DE ROTURA (MPA)	3,94			IDENTIFICACIÓN:	V-HC 3
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	40,23			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
FACULTAD DE INGENIERÍA					
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.					
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-6%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	04/11/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	02/12/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	150	152	154	152	
ALTURA	150	150	151	150	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	24597,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2509,90				
MÓDULO DE ROTURA (MPA)	3,22			IDENTIFICACIÓN:	V-HM 1
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	32,88			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
FACULTAD DE INGENIERÍA					
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.					
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-6%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	04/11/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	02/12/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	153	150	152	152	
ALTURA	146	147	149	147	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	23531,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2401,12				
MÓDULO DE ROTURA (MPa)	3,22			IDENTIFICACIÓN:	V-HM-2
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	32,82			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
FACULTAD DE INGENIERÍA					
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.					
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-6%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN 04/11/2015		
	FINO CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO 02/12/2015		
	GRUESO CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días) 28		
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	151	153	154	153	
ALTURA	145	148	149	147	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	27441,00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2800,10				
MÓDULO DE ROTURA (MPA)	3,73			IDENTIFICACIÓN: V-HM 3	
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	38,02				
				TIPO DE FALLA	FLEXIÓN

ANEXO G. TABULACIÓN DE RESULTADOS EXPERIMENTALES DEL MÓDULO DE ROTURA A 7 DÍAS DE EDAD.

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO			
		FACULTAD DE INGENIERÍA			
		ESCUELA CIVIL			
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.					
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	11/12/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	18/12/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	7
NORMA		NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	152	152	152	152	
ALTURA	154	153	153.5	154	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	21469.00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2190.71				
MÓDULO DE ROTURA (MPa)	2.70			IDENTIFICACIÓN:	V-HC 1
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	27.53			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA CIVIL



TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$.

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.
 (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).**

PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	11/12/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	18/12/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	7
NORMA	NTE INEN 2554:2011			REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN	
BASE	153	152	152	152		
ALTURA	150	151	152	151		
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450		
FUERZA MÁXIMA (N)	20701.00					
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2112.35					
MÓDULO DE ROTURA (MPA)	2.68			IDENTIFICACIÓN:	V-HM 1	
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	27.37			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA CIVIL



TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$.

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.
 (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).**

PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	11/12/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	18/12/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	7
NORMA	NTE INEN 2554:2011			REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN	
BASE	152	152	152	152		
ALTURA	149	150	149.5	150		
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450		
FUERZA MÁXIMA (N)	20687.00					
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2110.92					
MÓDULO DE ROTURA (MPA)	2.74			IDENTIFICACIÓN:	V-HM 2	
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	27.96			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA CIVIL



ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).

PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	11/12/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	18/12/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	7
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	153	154	153.5	154	
ALTURA	151	152	151	151	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	21534.00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2197.35				
MÓDULO DE ROTURA (MPA)	2.76			IDENTIFICACIÓN:	V-HM-3
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	28.13			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA CIVIL



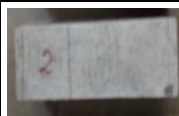
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.
(UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).

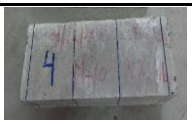
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	11/12/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	18/12/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	7
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	152	153	153	153	
ALTURA	151	159	150	153	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	24578.00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2507.96				
MÓDULO DE ROTURA (MPA)	3.08			IDENTIFICACIÓN:	V-HM 4
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	31.44			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN

ANEXO H. TABULACIÓN DE RESULTADOS EXPERIMENTALES DEL MÓDULO DE ROTURA A 28 DÍAS DE EDAD.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL					 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL					 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL					 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL				
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.										ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.									
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).										DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).									
PROCEDENCIA DEL MATERIAL		CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015		PROCEDENCIA DEL MATERIAL		CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015	
		FINO		CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016				FINO		CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016	
		GRUESO		CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28				GRUESO		CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28	
NORMA		NTE INEN 2554:2011		REALIZADO		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA				NORMA		NTE INEN 2554:2011		REALIZADO		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
						PROMEDIO		IMAGEN								PROMEDIO		IMAGEN	
BASE		150		150		150		150		BASE		150		150		150		150	
ALTURA		150		149		149		149		ALTURA		150		149		149		149	
LONGITUD ENTRE APOYOS		450		450		450		450		LONGITUD ENTRE APOYOS		450		450		450		450	
FUERZA MÁXIMA (N)				23389.00						FUERZA MÁXIMA (N)				22393.00					
FUERZA MÁXIMA (Kg)				2386.63						FUERZA MÁXIMA (Kg)				2285.00					
MÓDULO DE ROTURA (MPa)				3.15				IDENTIFICACIÓN: V-HC 5		MÓDULO DE ROTURA (MPa)				3.01				IDENTIFICACIÓN: V-HC 3	
MÓDULO DE ROTURA (Kg)				32.11				TIPO DE FALLA FLEXIÓN		MÓDULO DE ROTURA (Kg)				30.74				TIPO DE FALLA FLEXIÓN	

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL					 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL				
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.					ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.				
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).				
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO CHIMBORAZO FINO CANTERA CERRO NEGRO GRUESO CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE REALIZACIÓN 11/12/2015 FECHA DE ENSAYO 08/01/2016 EDAD (días) 28	PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO CHIMBORAZO FINO CANTERA CERRO NEGRO GRUESO CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE REALIZACIÓN 11/12/2015 FECHA DE ENSAYO 08/01/2016 EDAD (días) 28
NORMA		NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	NORMA		NTE INEN 2554:2011		REALIZADO
				ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA					ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA
				PROMEDIO					PROMEDIO
				IMAGEN					IMAGEN
BASE	150	151	151	151	BASE	151	151	151	151
ALTURA	152	153	153	153	ALTURA	152	152	152	152
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450
FUERZA MÁXIMA (N)	25095.00				FUERZA MÁXIMA (N)	23175.00			
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2560.71				FUERZA MÁXIMA (Kg)	2364.80			
MÓDULO DE ROTURA (MPa)	3.22			IDENTIFICACIÓN:	V-HC 6	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	2.99		
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	32.81			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN	MÓDULO DE ROTURA (Kg)	30.50		

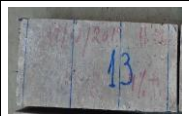
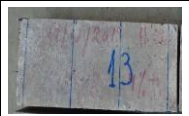
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL 					 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL 								
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.					ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.								
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).								
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	11/12/2015	PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	11/12/2015		
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	08/01/2016		FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	08/01/2016		
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28		GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28		
NORMA		NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		NORMA		NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN					PROMEDIO	IMAGEN		
BASE	150	151	151	151			BASE	150	150	150	150		
ALTURA	150	150	150	150			ALTURA	152	151	151	151		
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450			LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450		
FUERZA MÁXIMA (N)	23374.00						FUERZA MÁXIMA (N)	21469.00					
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2385.10					FUERZA MÁXIMA (Kg)	2190.71						
MÓDULO DE ROTURA (MPa)	3.10			IDENTIFICACIÓN:		V-HC 4	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	2.81			IDENTIFICACIÓN:		V-HC 1
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	31.66			TIPO DE FALLA		FLEXIÓN	MÓDULO DE ROTURA (Kg)	28.70			TIPO DE FALLA		FLEXIÓN

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL 					 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL 								
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.					ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.								
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).								
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	11/12/2015	PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	11/12/2015		
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	08/01/2016		FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	08/01/2016		
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28		GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28		
NORMA		NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		NORMA		NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN					PROMEDIO	IMAGEN		
BASE	150	151	151	151			BASE	150	150	150	150		
ALTURA	151	150	150	150			ALTURA	151	151	151	151		
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450			LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450		
FUERZA MÁXIMA (N)	22536.00						FUERZA MÁXIMA (N)	22678.00					
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2299.59						FUERZA MÁXIMA (Kg)	2314.08					
MÓDULO DE ROTURA (MPa)	2.98			IDENTIFICACIÓN:		V-HM 4	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	2.98			IDENTIFICACIÓN:		V-HM 5
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	30.39			TIPO DE FALLA		FLEXIÓN	MÓDULO DE ROTURA (Kg)	30.45			TIPO DE FALLA		FLEXIÓN

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL					 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL					 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL					 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL				
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.					ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.					ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.									
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).									
PROCEDENCIA DEL MATERIAL		CEMENTO CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN 11/12/2015		PROCEDENCIA DEL MATERIAL		CEMENTO CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN 11/12/2015									
		FINO CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO 08/01/2016				FINO CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO 08/01/2016									
		GRUESO CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días) 28				GRUESO CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días) 28									
NORMA		NTE INEN 2554:2011		REALIZADO ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		NORMA		NTE INEN 2554:2011		REALIZADO ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA									
				PROMEDIO						PROMEDIO									
BASE		151		152		152		152		151									
ALTURA		153		152		152		150		151									
LONGITUD ENTRE APOYOS		450		450		450		450		450									
FUERZA MÁXIMA (N)		23269.00				FUERZA MÁXIMA (N)		23602.00											
FUERZA MÁXIMA (Kg)		2374.39				FUERZA MÁXIMA (Kg)		2408.37											
MÓDULO DE ROTURA (MPa)		2.98		IDENTIFICACIÓN: V-HM 3		MÓDULO DE ROTURA (MPa)		3.12		IDENTIFICACIÓN: V-HM 9									
MÓDULO DE ROTURA (Kg)		30.36		TIPO DE FALLA FLEXIÓN		MÓDULO DE ROTURA (Kg)		31.83		TIPO DE FALLA FLEXIÓN									

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL					 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL					 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL					 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL																				
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.										ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.																									
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).										DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).																									
PROCEDENCIA DEL MATERIAL		CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015		PROCEDENCIA DEL MATERIAL		CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015																	
		FINO		CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016				FINO		CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016																	
		GRUESO		CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28				GRUESO		CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28																	
NORMA				NTE INEN 2554:2011		REALIZADO		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA						NORMA				NTE INEN 2554:2011		REALIZADO		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA													
								PROMEDIO												PROMEDIO															
BASE				151		151		152		151		BASE				149		150		151		150		BASE											
ALTURA				146		150		151		149		ALTURA				151		148		148		149		ALTURA											
LONGITUD ENTRE APOYOS				450		450		450		450		LONGITUD ENTRE APOYOS				450		450		450		450		LONGITUD ENTRE APOYOS											
FUERZA MÁXIMA (N)				21967.00								FUERZA MÁXIMA (N)				22678.00								FUERZA MÁXIMA (N)											
FUERZA MÁXIMA (Kg)				2241.53								FUERZA MÁXIMA (Kg)				2314.08								FUERZA MÁXIMA (Kg)											
MÓDULO DE ROTURA (MPa)				2.94						IDENTIFICACIÓN:		V-HM 2						MÓDULO DE ROTURA (MPa)				3.06						IDENTIFICACIÓN:		V-HM 8					
MÓDULO DE ROTURA (Kg)				30.02						TIPO DE FALLA		FLEXIÓN						MÓDULO DE ROTURA (Kg)				31.27						TIPO DE FALLA		FLEXIÓN					

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL					 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL						
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.					ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.						
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).						
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO CHIMBORAZO FINO CANTERA CERRO NEGRO GRUESO CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE REALIZACIÓN 11/12/2015 FECHA DE ENSAYO 08/01/2016 EDAD (días) 28	PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO CHIMBORAZO FINO CANTERA CERRO NEGRO GRUESO CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE REALIZACIÓN 11/12/2015 FECHA DE ENSAYO 08/01/2016 EDAD (días) 28		
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN					PROMEDIO	IMAGEN
BASE	153	151	151	152		BASE	150	149	152	150	
ALTURA	152	147	148	149		ALTURA	153	152	154	153	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450		LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	22891.00					FUERZA MÁXIMA (N)	19336.00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2335.82					FUERZA MÁXIMA (Kg)	1973.06				
MÓDULO DE ROTURA (MPA)	3.06			IDENTIFICACIÓN:	V-HM 7	MÓDULO DE ROTURA (MPA)	2.47			IDENTIFICACIÓN:	V-HM 1
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	31.22			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN	MÓDULO DE ROTURA (Kg)	25.23			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL					 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL																												
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.					ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.																												
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).																												
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	11/12/2015			PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	11/12/2015																				
	FINO CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO			08/01/2016			FINO CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO			08/01/2016																	
	GRUESO CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)			28			GRUESO CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)			28																	
NORMA		NTE INEN 2554:2011		REALIZADO		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA							NORMA		NTE INEN 2554:2011		REALIZADO		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA														
						PROMEDIO		IMAGEN													PROMEDIO		IMAGEN										
BASE		150		148		151		150									BASE		150		150		150		150								
ALTURA		159		145		146		150									ALTURA		152		153		152		152								
LONGITUD ENTRE APOYOS		450		450		450		450									LONGITUD ENTRE APOYOS		450		450		450		450								
FUERZA MÁXIMA (N)		24810.00														FUERZA MÁXIMA (N)		26279.00															
FUERZA MÁXIMA (Kg)		2531.63														FUERZA MÁXIMA (Kg)		2681.53															
MÓDULO DE ROTURA (MPa)		3.32							IDENTIFICACIÓN: V-HM 12							MÓDULO DE ROTURA (MPa)		3.40							IDENTIFICACIÓN: V-HM 13								
MÓDULO DE ROTURA (Kg)		33.83							TIPO DE FALLA FLEXIÓN							MÓDULO DE ROTURA (Kg)		34.67							TIPO DE FALLA FLEXIÓN								

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL 					 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL 				
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.					ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.				
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).				
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	11/12/2015			
	FINO		CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	08/01/2016			
	GRUESO		CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28			
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA					
				PROMEDIO	IMAGEN				
BASE	151	149	151	150					
ALTURA	153	150	149	151					
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450					
FUERZA MÁXIMA (N)	24295.00								
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2479.08								
MÓDULO DE ROTURA (MPA)	3.20			IDENTIFICACIÓN:	V-HM 10				
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	32.69			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN				

PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	11/12/2015		
	FINO		CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	08/01/2016		
	GRUESO		CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28		
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA				
				PROMEDIO	IMAGEN			
BASE	151	150	150	150				
ALTURA	156	149	150	152				
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450				
FUERZA MÁXIMA (N)	25379.00							
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2589.69							
MÓDULO DE ROTURA (MPA)	3.30			IDENTIFICACIÓN:	V-HM 11			
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	33.70			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN			

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL			
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$.					
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	11/12/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	08/01/2016
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	28
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN
BASE	152	152	153	152	
ALTURA	150	148	152	150	
LONGITUD ENTRE APOYOS	450	450	450	450	
FUERZA MÁXIMA (N)	22755.00				
FUERZA MÁXIMA (Kg)	2321.94				
MÓDULO DE ROTURA (MPa)	2.99			IDENTIFICACIÓN:	V-HM 6
MÓDULO DE ROTURA (Kg)	30.48			TIPO DE FALLA	FLEXIÓN

Tabla 3.10.- Tabla de resumen del módulo de rotura a 7 días en el hormigón convencional.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL 					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$.					
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	11/12/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	18/12/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	7
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
IDENTIFICACIÓN	F (Kg)	MÓDULO DE ROTURA (Kg)	Xi-Xm	(Xi-Xm)²	δ
	0	0			2.58
V-HC 1	2190.71	27.53	-2.29	5.23	
V-HC 2	2444.59	29.29	-0.52	0.27	
V-HC 3	2495.41	32.62	2.80	7.86	
Xm=		29.81		13.36	

Tabla 3.10.- Tabla de resumen del módulo de rotura a 7 días en el hormigón modificado.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL 					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$.					
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN	11/12/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO	18/12/2015
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)	7
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
IDENTIFICACIÓN	F (Kg)	MÓDULO DE ROTURA (Kg)	Xi-Xm	(Xi-Xm)²	δ
					1.84
V-HM 2	2112.35	27.37	-1.36	1.84	
V-HM 3	2110.92	27.96	-0.76	0.58	
V-HM 4	2197.35	28.13	-0.60	0.36	
V-HM 5	2507.96	31.44	2.72	7.39	
Xm=		28.72		10.17	

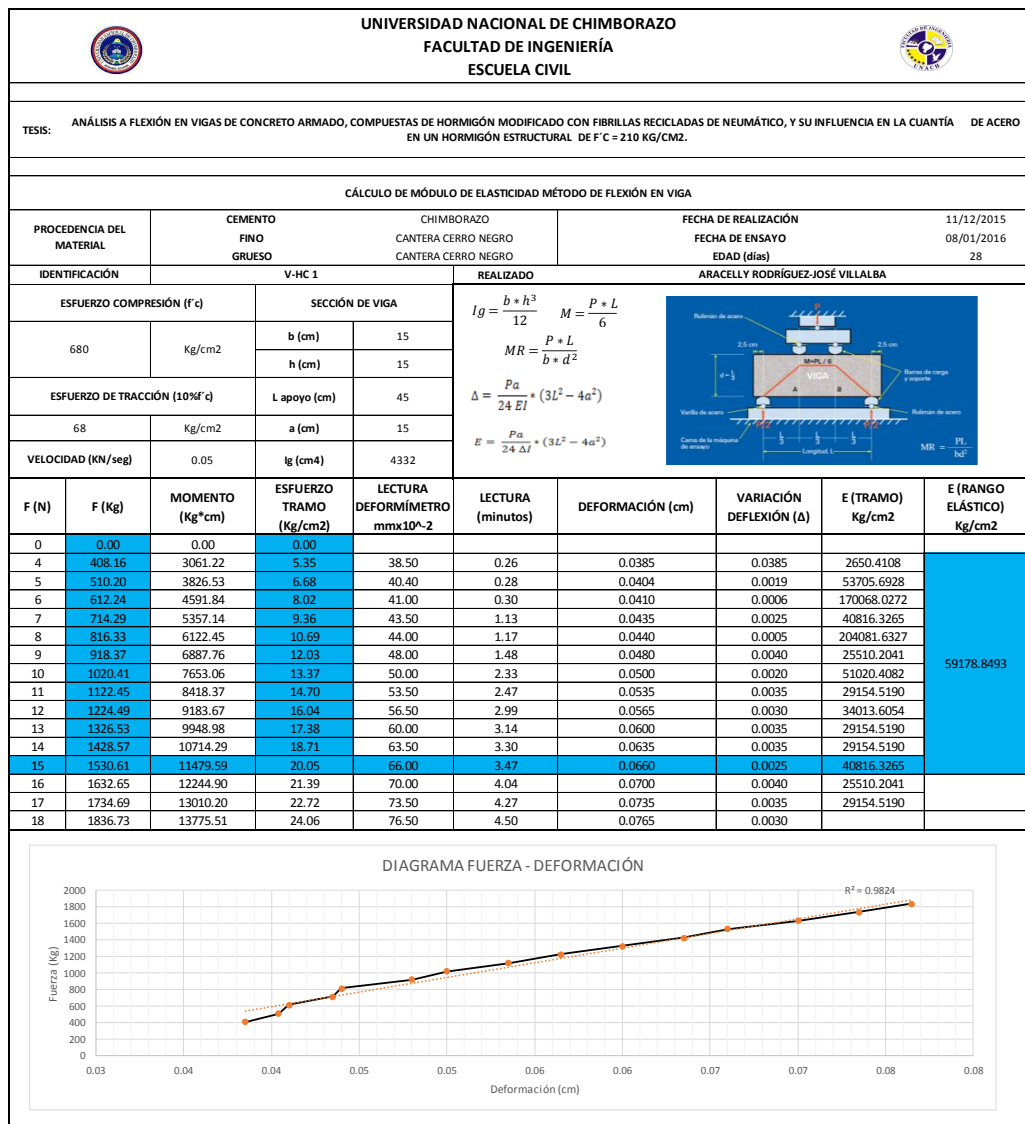
Tabla 3.10.- Tabla de resumen del módulo de rotura a 28 días en el hormigón convencional.

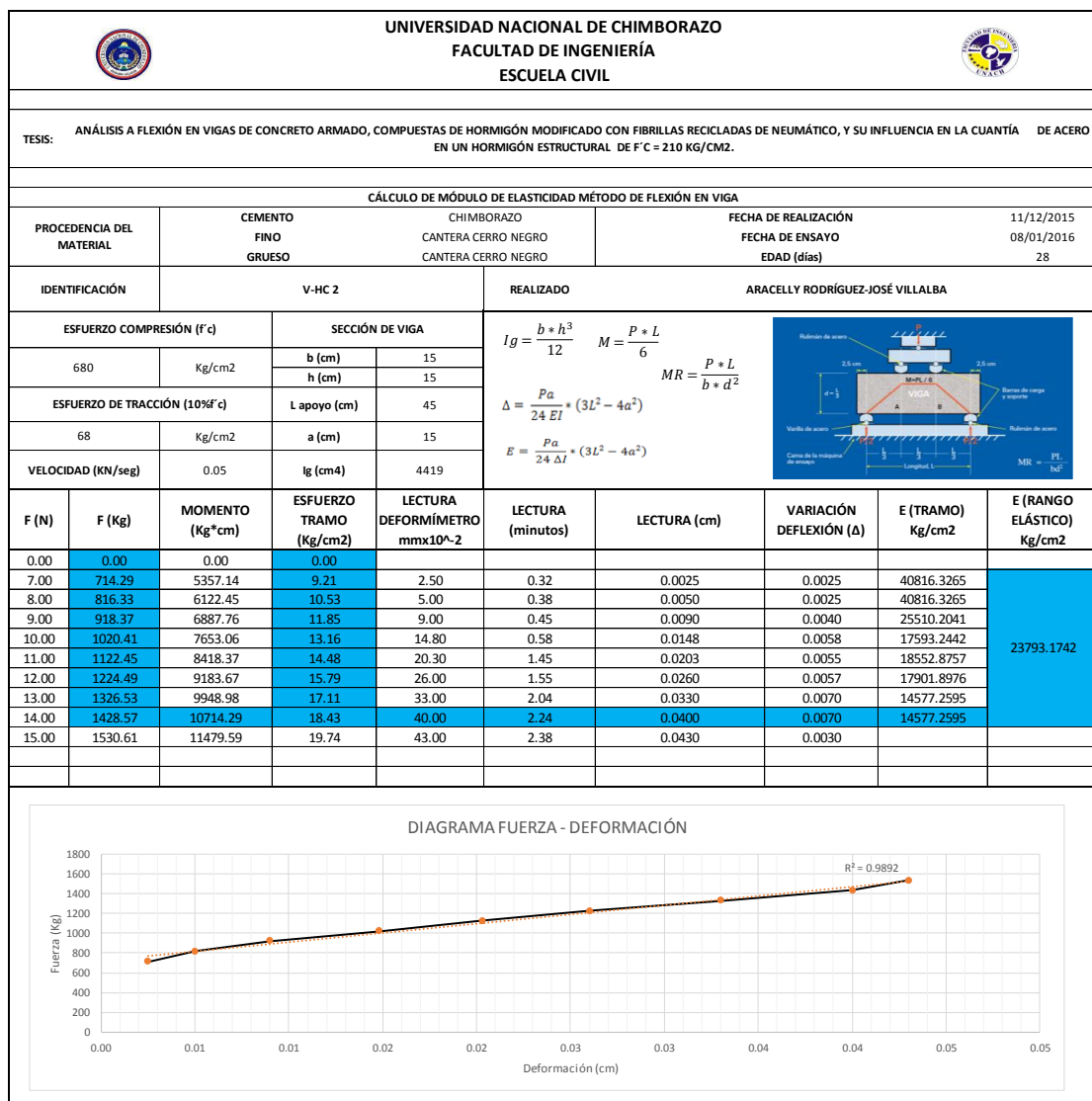
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL 					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$.					
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL. (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO	FECHA DE REALIZACIÓN		
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO	FECHA DE ENSAYO		
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO	EDAD (días)		
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
IDENTIFICACIÓN	F (Kg)	MÓDULO DE ROTURA (Kg)	$\xi_i - X_m$	$(\xi_i - X_m)^2$	δ
V-HC 1	2190.71	28.70	-2.39	5.71	1.45
V-HC 2	2364.80	30.50	-0.58	0.34	
V-HC 3	2285.00	30.74	-0.35	0.12	
V-HC 4	2385.10	31.66	0.57	0.33	
V-HC 5	2386.63	32.11	1.02	1.04	
V-HC 6	2560.71	32.81	1.73	2.99	
$X_m =$		31.09		10.53	

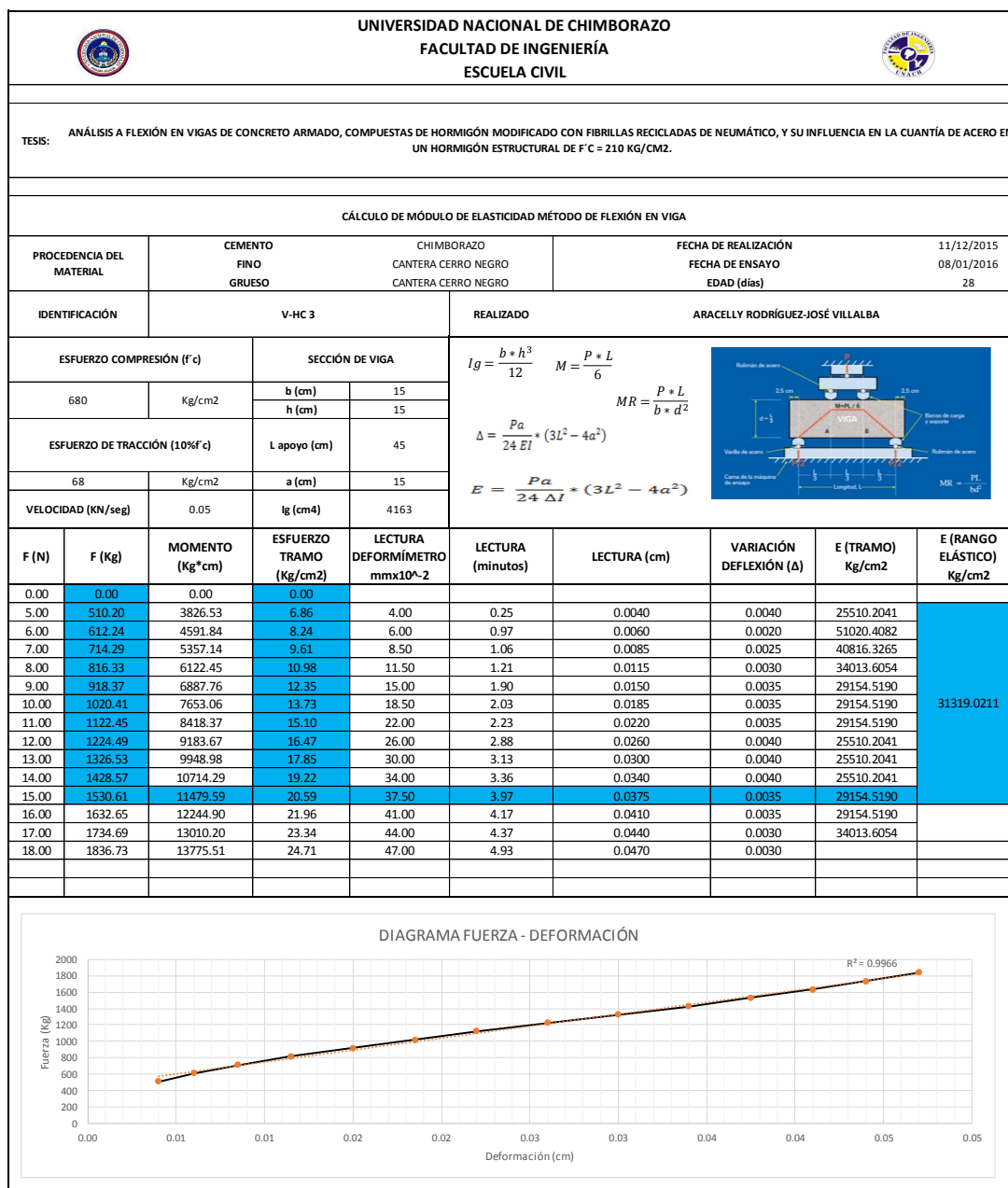
Tabla 3.10.- Tabla de resumen del módulo de rotura a 28 días en el hormigón modificado.

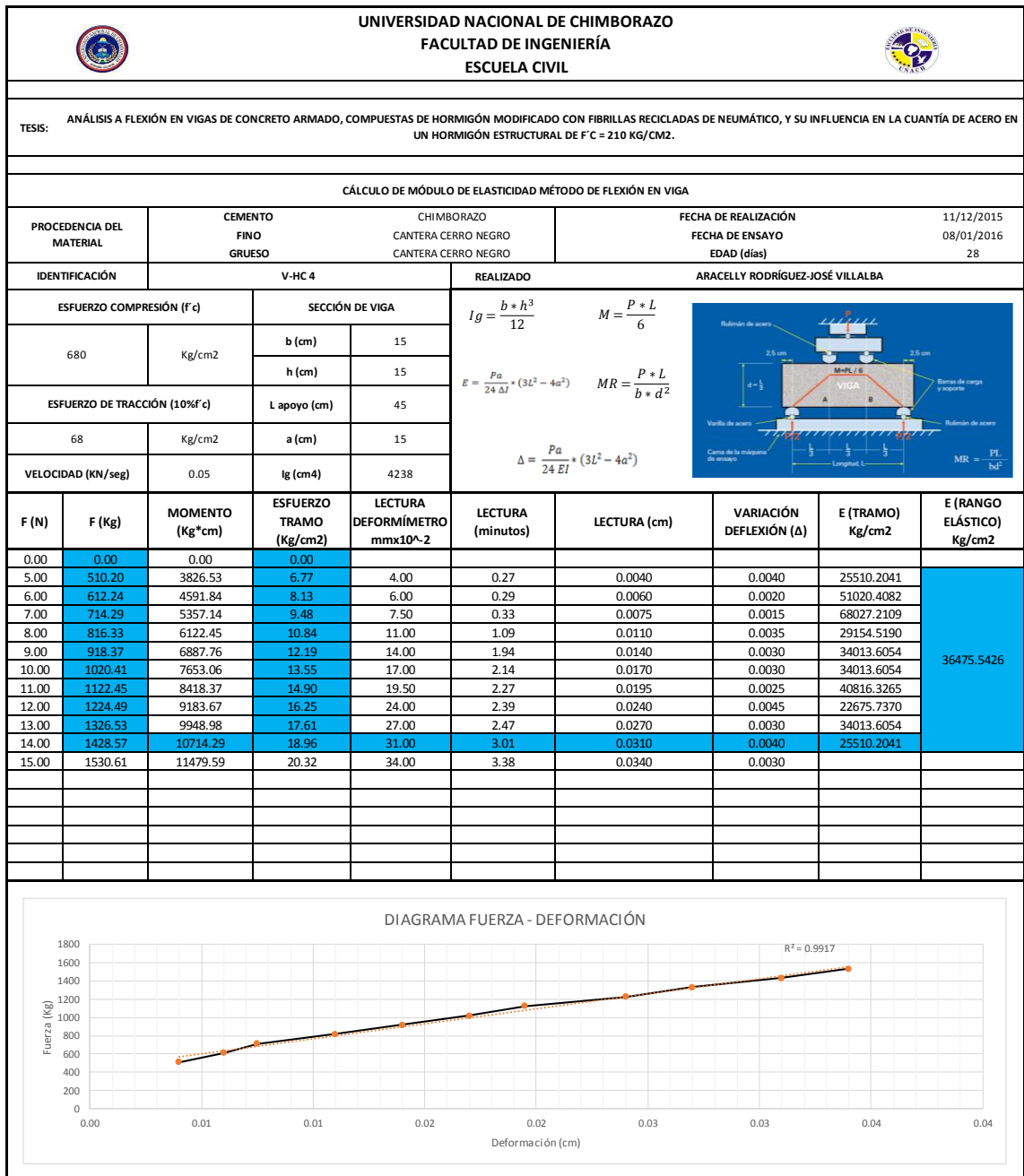
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL 					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$.					
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4% (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS).					
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO	FECHA DE REALIZACIÓN		
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO	FECHA DE ENSAYO		
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO	EDAD (días)		
NORMA	NTE INEN 2554:2011		REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
IDENTIFICACIÓN	F (Kg)	MÓDULO DE ROTURA (Kg)	$\xi_i - X_m$	$(\xi_i - X_m)^2$	δ
V-HC 1	1973.06	25.23	-6.01	36.14	2.37
V-HC 2	2241.53	30.02	-1.22	1.48	
V-HC 3	2374.39	30.36	-0.88	0.78	
V-HC 4	2299.59	30.39	-0.85	0.72	
V-HC 5	2314.08	30.45	-0.79	0.63	
V-HC 6	2321.94	30.48	-0.76	0.57	
V-HC 7	2335.82	31.22	-0.02	0.00	
V-HC 8	2314.08	31.27	0.03	0.00	
V-HC 9	2408.37	31.83	0.59	0.35	
V-HC 10	2479.08	32.69	1.45	2.10	
V-HC 11	2589.69	33.70	2.46	6.04	
V-HC 12	2531.63	33.83	2.59	6.70	
V-HC 13	2681.53	34.67	3.43	11.73	
$X_m =$		31.24		67.25	

ANEXO I. DIAGRAMA EXPERIMENTAL DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD POR FLEXIÓN EN VIGAS DE HORMIGÓN.











UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA CIVIL



TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$.

CÁLCULO DE MÓDULO DE ELASTICIDAD MÉTODO DE FLEXIÓN EN VIGA

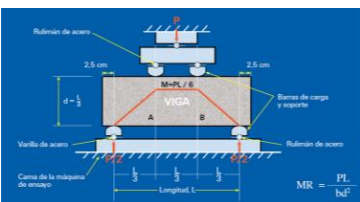
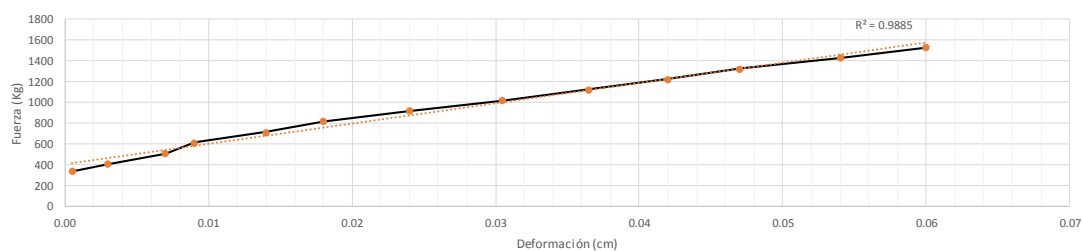
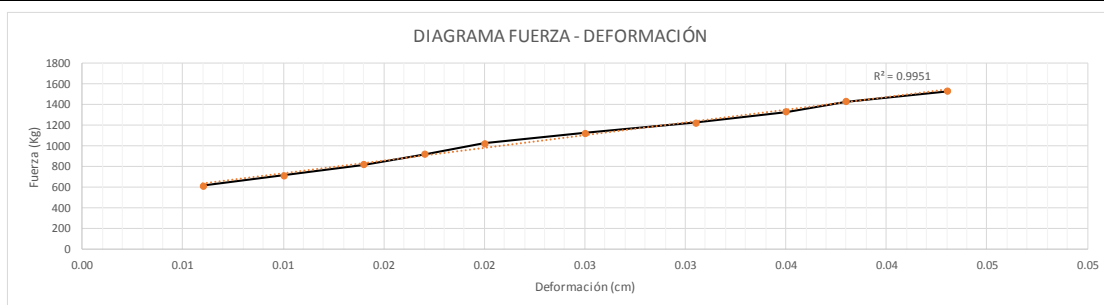
PROCEDENCIA DEL MATERIAL		CEMENTO FINO GRUESO		CHIMBORAZO CANTERA CERRO NEGRO CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE REALIZACIÓN FECHA DE ENSAYO EDAD (días)		11/12/2015 08/01/2016 28	
IDENTIFICACIÓN		V-HC 5			REALIZADO		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		
ESFUERZO COMPRESIÓN (f'c)		SECCIÓN DE VIGA			$I_g = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad M = \frac{P \cdot L}{6}$ $MR = \frac{P \cdot L}{b \cdot d^2}$ $\Delta = \frac{Pa}{24 EI} \cdot (3L^2 - 4a^2)$ $E = \frac{Pa}{24 \Delta I} \cdot (3L^2 - 4a^2)$				
680	Kg/cm2	b (cm)	15						
		h (cm)	15						
ESFUERZO DE TRACCIÓN (10%f'c)		L apoyo (cm)		45					
68	Kg/cm2	a (cm)	15						
VELOCIDAD (KN/seg)		0.05		lg (cm4)	4163				
F (N)	F (Kg)	MOMENTO (Kg*cm)	ESFUERZO TRAMO (Kg/cm2)	LECTURA DEFORMÍMETRO mmx10^-2	LECTURA (minutos)	LECTURA (cm)	VARIACIÓN DEFLEXIÓN (Δ)	E (TRAMO) Kg/cm2	E (RANGO ELÁSTICO) Kg/cm2
0.00	0.00	0.00	0.00						34114.4117
3.30	336.73	2525.51	4.53	0.50	0.03	0.0005	0.0005	142857.1429	
4.00	408.16	3061.22	5.49	3.00	0.23	0.0030	0.0025	40816.3265	
5.00	510.20	3826.53	6.86	7.00	0.26	0.0070	0.0040	25510.2041	
6.00	612.24	4591.84	8.24	9.00	0.31	0.0090	0.0020	51020.4082	
7.00	714.29	5357.14	9.61	14.00	1.11	0.0140	0.0050	20408.1633	
8.00	816.33	6122.45	10.98	18.00	1.26	0.0180	0.0040	25510.2041	
9.00	918.37	6887.76	12.35	24.00	1.93	0.0240	0.0060	17006.8027	
10.00	1020.41	7653.06	13.73	30.50	2.24	0.0305	0.0065	15698.5871	
11.00	1122.45	8418.37	15.10	36.50	2.48	0.0365	0.0060	17006.8027	
12.00	1224.49	9183.67	16.47	42.00	3.09	0.0420	0.0055	18552.8757	
13.00	1326.53	9948.98	17.85	47.00	3.24	0.0470	0.0050	20408.1633	
14.00	1428.57	10714.29	19.22	54.00	3.41	0.0540	0.0070	14577.2595	
15.00	1530.61	11479.59	20.59	60.00	3.98	0.0600	0.0060		

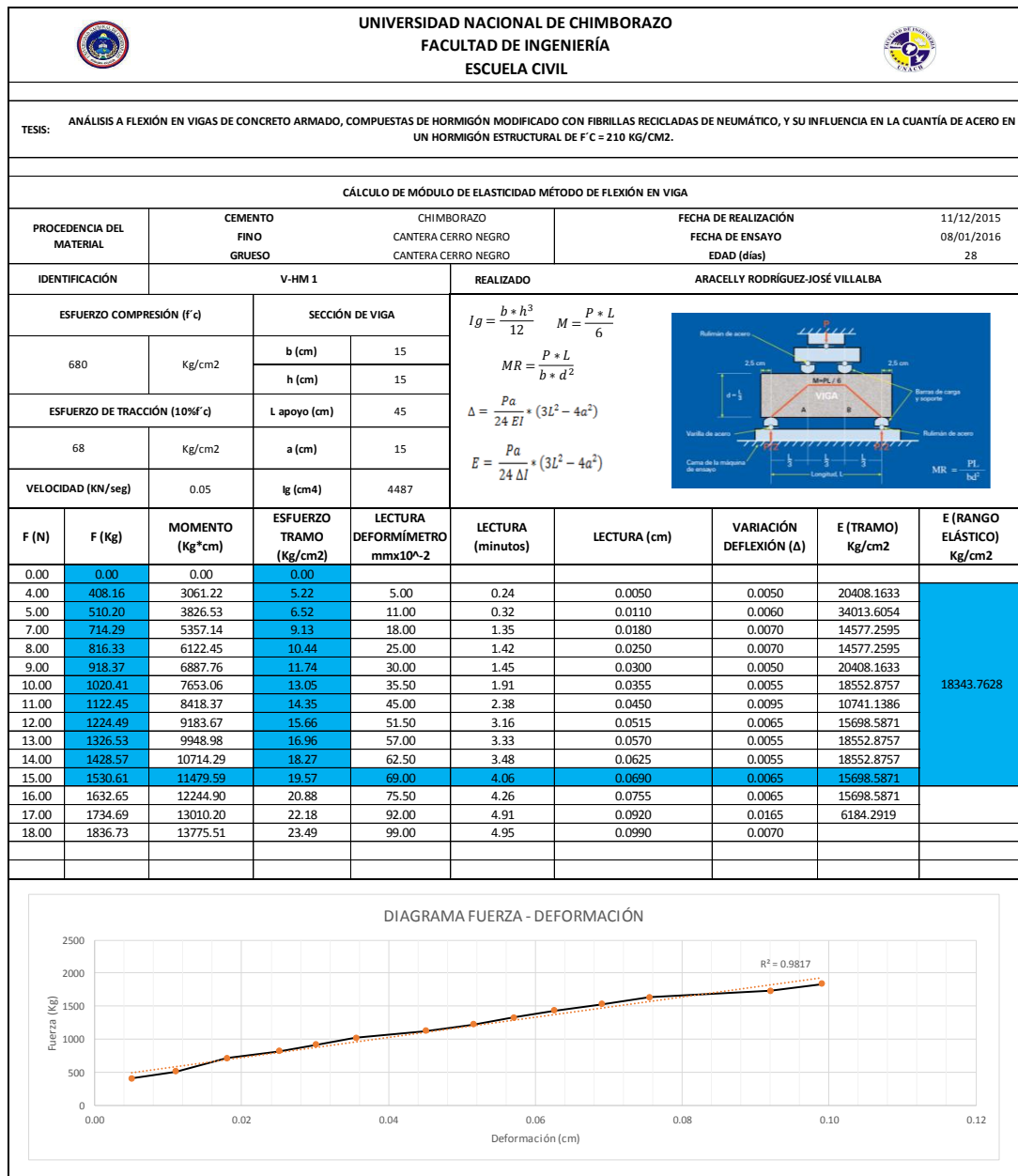
DIAGRAMA FUERZA - DEFORMACIÓN



TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$.

CÁLCULO DE MÓDULO DE ELASTICIDAD MÉTODO DE FLEXIÓN EN VIGA

[illegible]





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA CIVIL



TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$.

CÁLCULO DE MÓDULO DE ELASTICIDAD MÉTODO DE FLEXIÓN EN VIGA

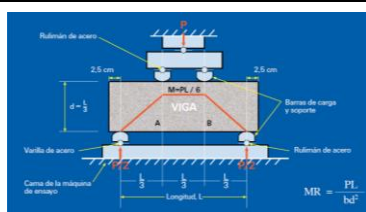
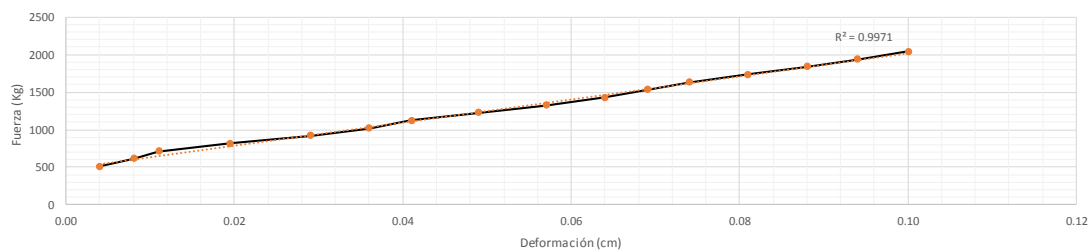
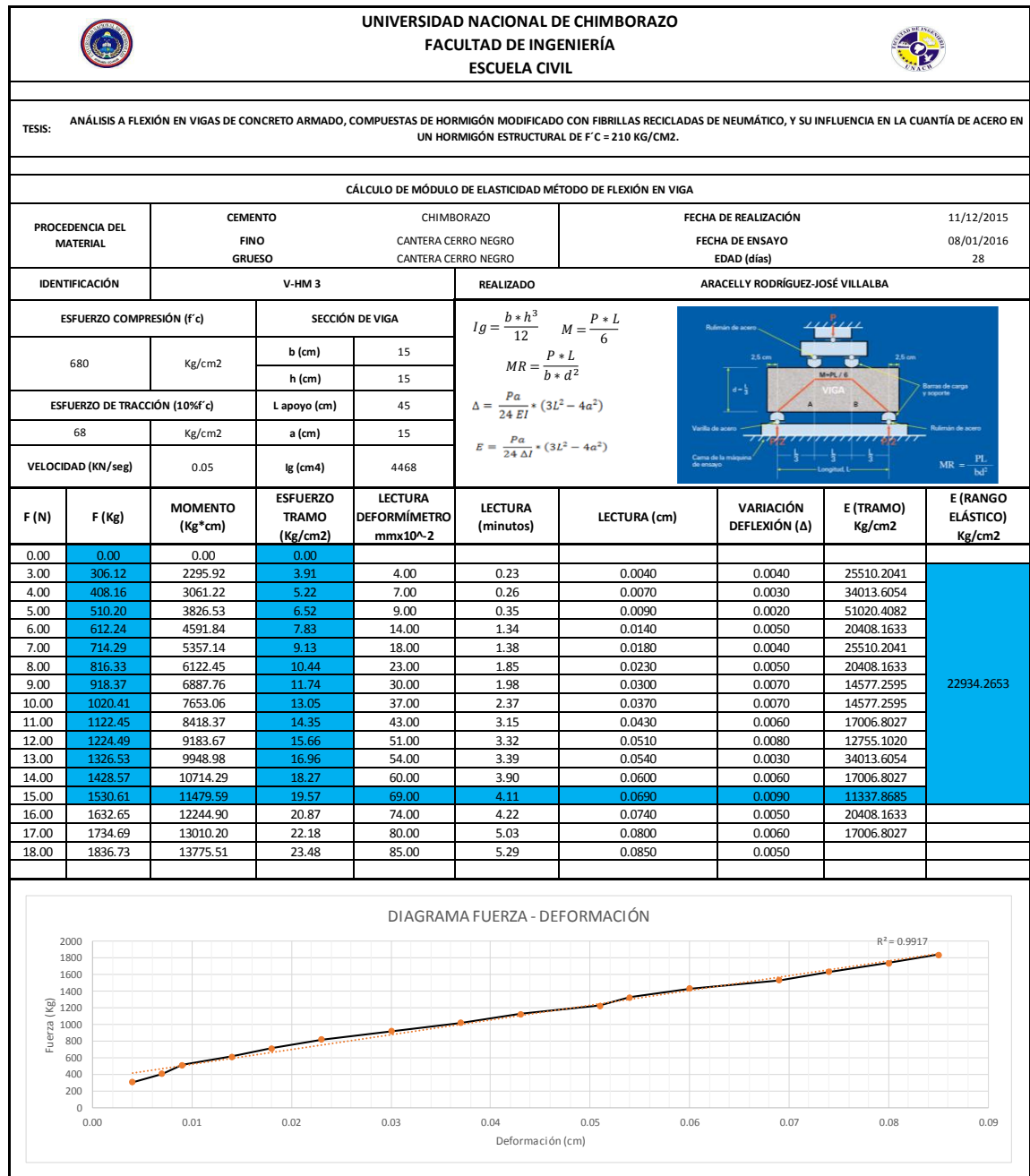
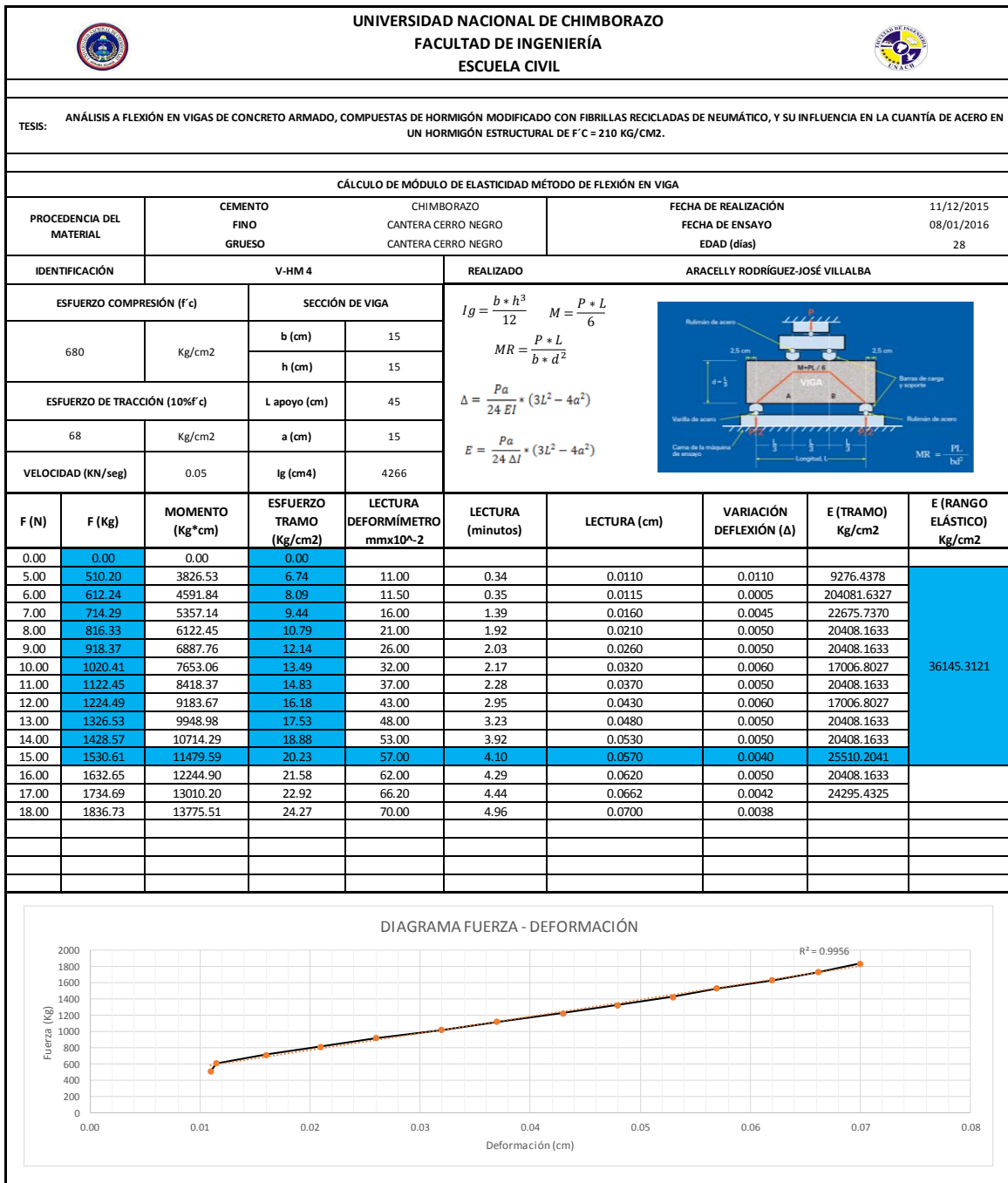
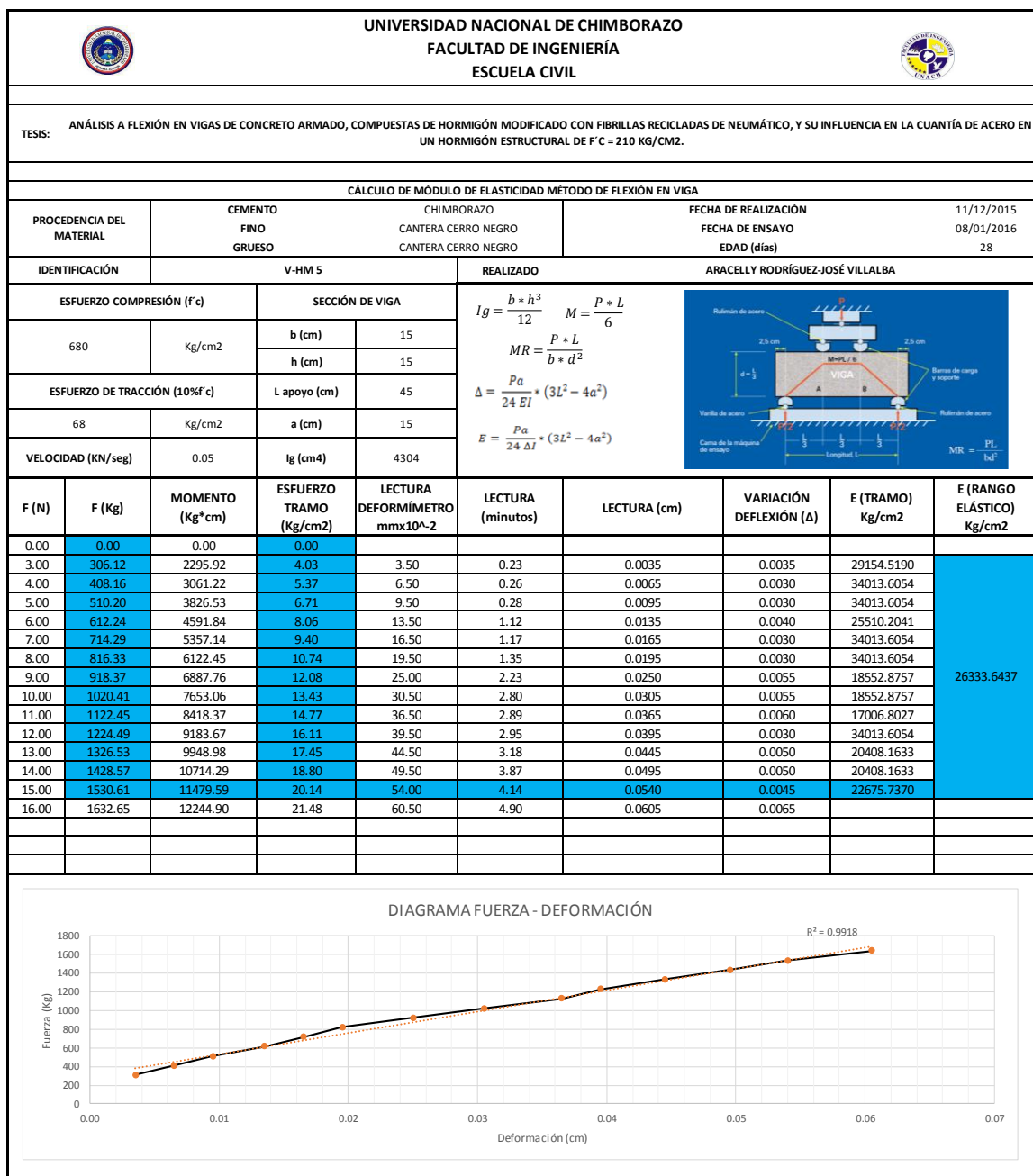
PROCEDENCIA DEL MATERIAL		CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015	
		FINO		CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016	
		GRUESO		CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28	
IDENTIFICACIÓN		V-HM 2			REALIZADO		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		
ESFUERZO COMPRESIÓN (F _c)		SECCIÓN DE VIGA		$I_g = \frac{b \cdot h^3}{12}$$M = \frac{P \cdot L}{6}$$MR = \frac{P \cdot L}{b \cdot d^2}$$\Delta = \frac{Pa}{24 EI} \cdot (3L^2 - 4a^2)$$E = \frac{Pa}{24 \Delta I} \cdot (3L^2 - 4a^2)$					
680	Kg/cm2	b (cm)	15						
		h (cm)	15						
ESFUERZO DE TRACCIÓN (10%F _c)		L apoyo (cm)	45						
68	Kg/cm2	a (cm)	15						
VELOCIDAD (KN/seg)		0.05	lg (cm4)	4172					
F (N)	F (Kg)	MOMENTO (Kg*cm)	ESFUERZO TRAMO (Kg/cm2)	LECTURA DEFORMÍMETRO mmx10 ⁻²	LECTURA (minutos)	LECTURA (cm)	VARIACIÓN DEFLEXIÓN (Δ)	E (TRAMO) Kg/cm2	E (RANGO ELÁSTICO) Kg/cm2
0.00	0.00	0.00	0.00						17988.6992
5.00	510.20	3826.53	6.83	4.00	0.22	0.0040	0.0040	25510.2041	
6.00	612.24	4591.84	8.20	8.00	0.27	0.0080	0.0040	25510.2041	
7.00	714.29	5357.14	9.57	11.00	0.34	0.0110	0.0030	34013.6054	
8.00	816.33	6122.45	10.93	19.50	1.18	0.0195	0.0085	12004.8019	
9.00	918.37	6887.76	12.30	29.00	1.41	0.0290	0.0095	10741.1386	
10.00	1020.41	7653.06	13.67	36.00	1.46	0.0360	0.0070	14577.2595	
11.00	1122.45	8418.37	15.03	41.00	1.90	0.0410	0.0050	20408.1633	
12.00	1224.49	9183.67	16.40	49.00	2.17	0.0490	0.0080	12755.1020	
13.00	1326.53	9948.98	17.77	57.00	3.06	0.0570	0.0080	12755.1020	
14.00	1428.57	10714.29	19.13	64.00	3.26	0.0640	0.0070	14577.2595	
15.00	1530.61	11479.59	20.50	69.00	3.35	0.0690	0.0050	20408.1633	
16.00	1632.65	12244.90	21.87	74.00	3.45	0.0740	0.0050	20408.1633	
17.00	1734.69	13010.20	23.23	81.00	3.97	0.0810	0.0070	14577.2595	
18.00	1836.73	13775.51	24.60	88.00	4.21	0.0880	0.0070	14577.2595	
19.00	1938.78	14540.82	25.97	94.00	4.44	0.0940	0.0060	17006.8027	
20.00	2040.82	15306.12	27.33	100.00	5.08	0.1000	0.0060		

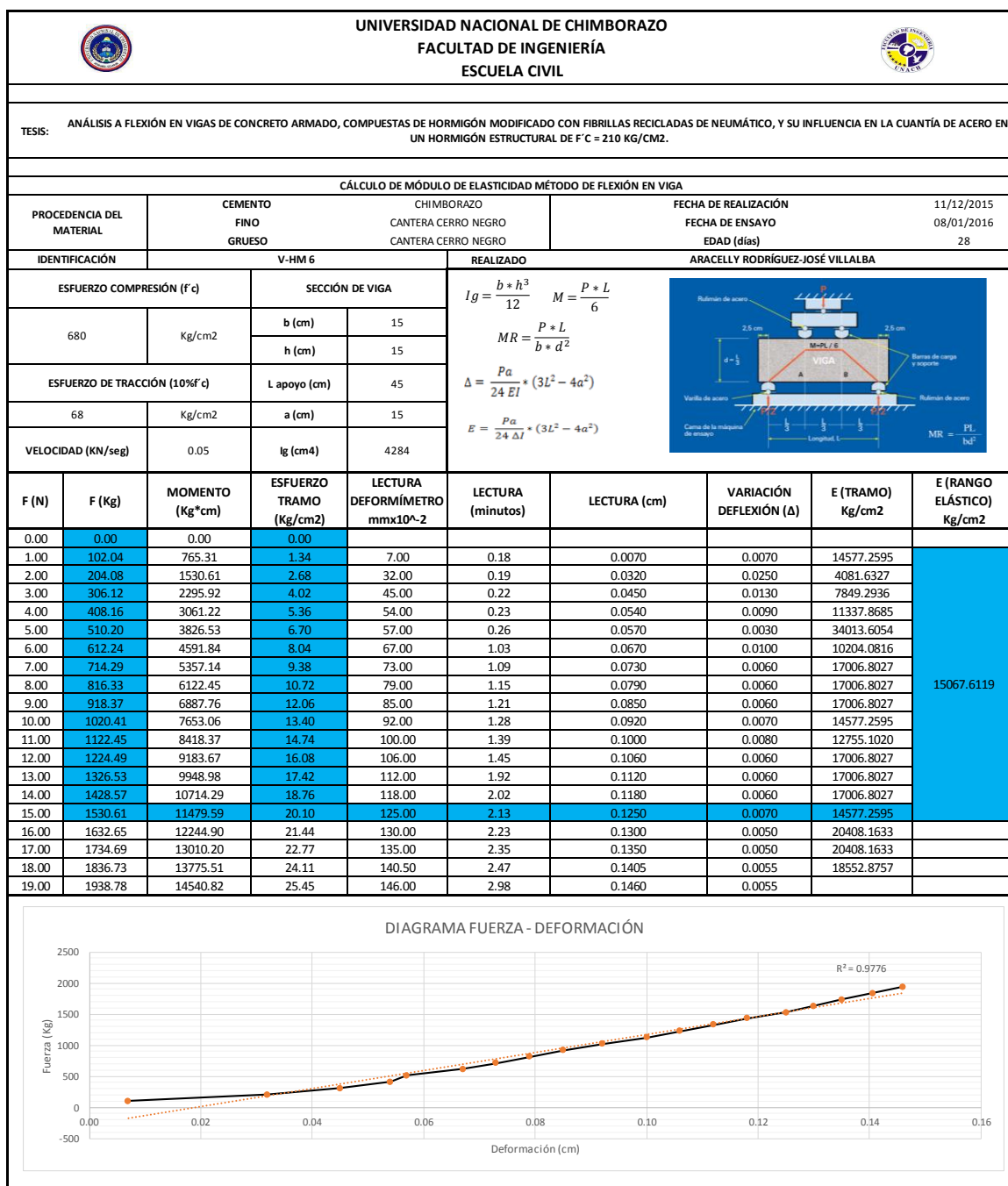
DIAGRAMA FUERZA - DEFORMACIÓN

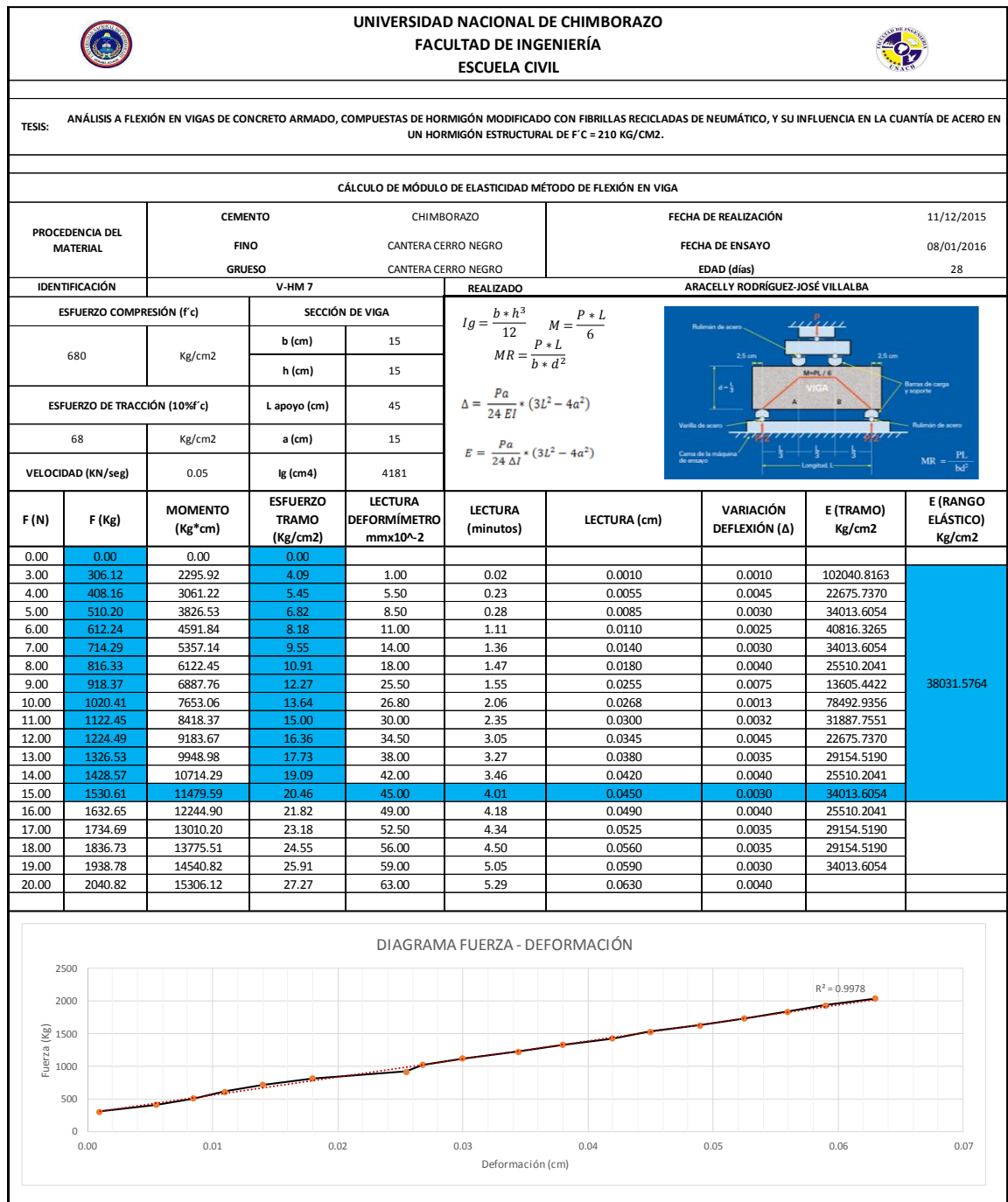


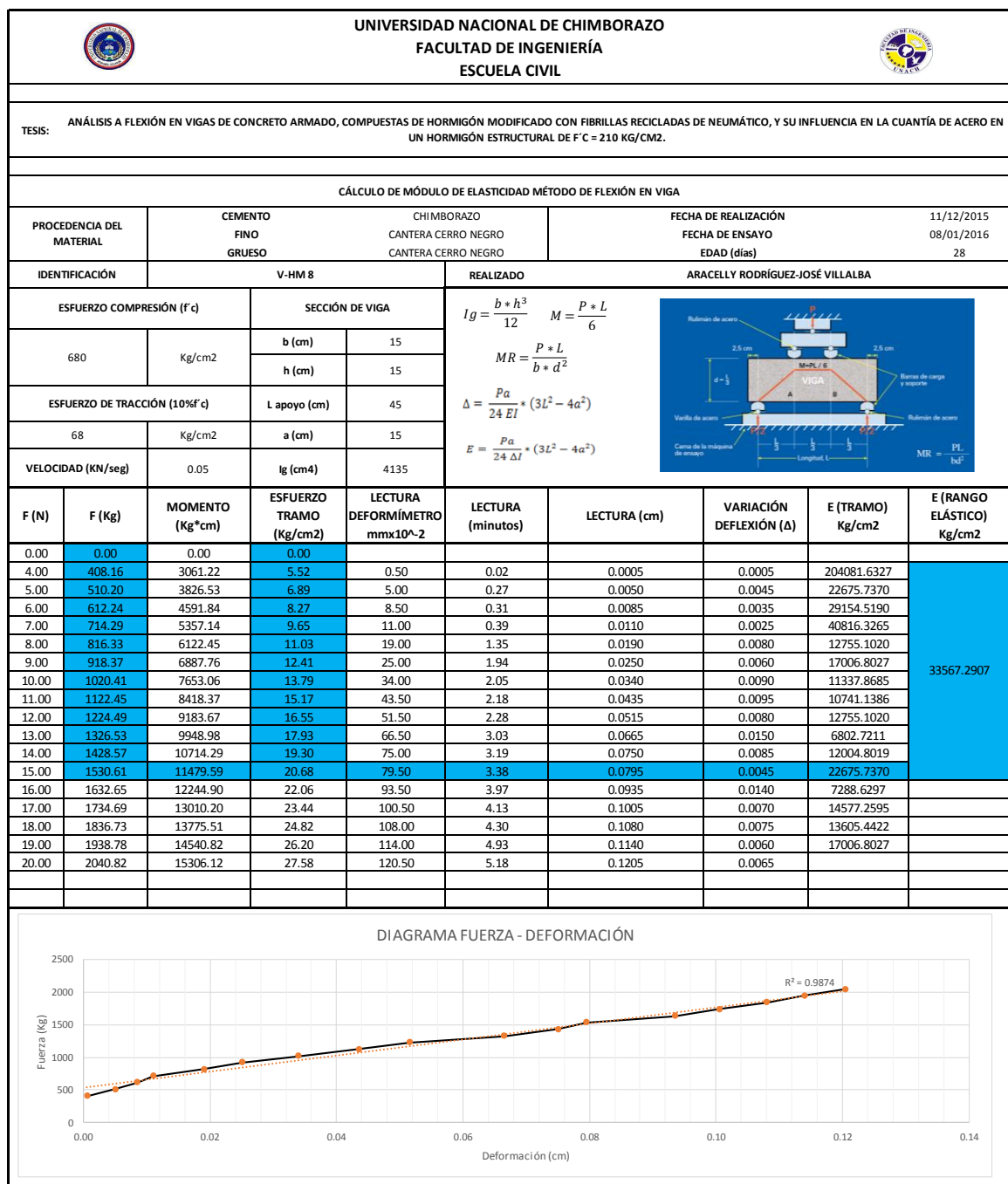


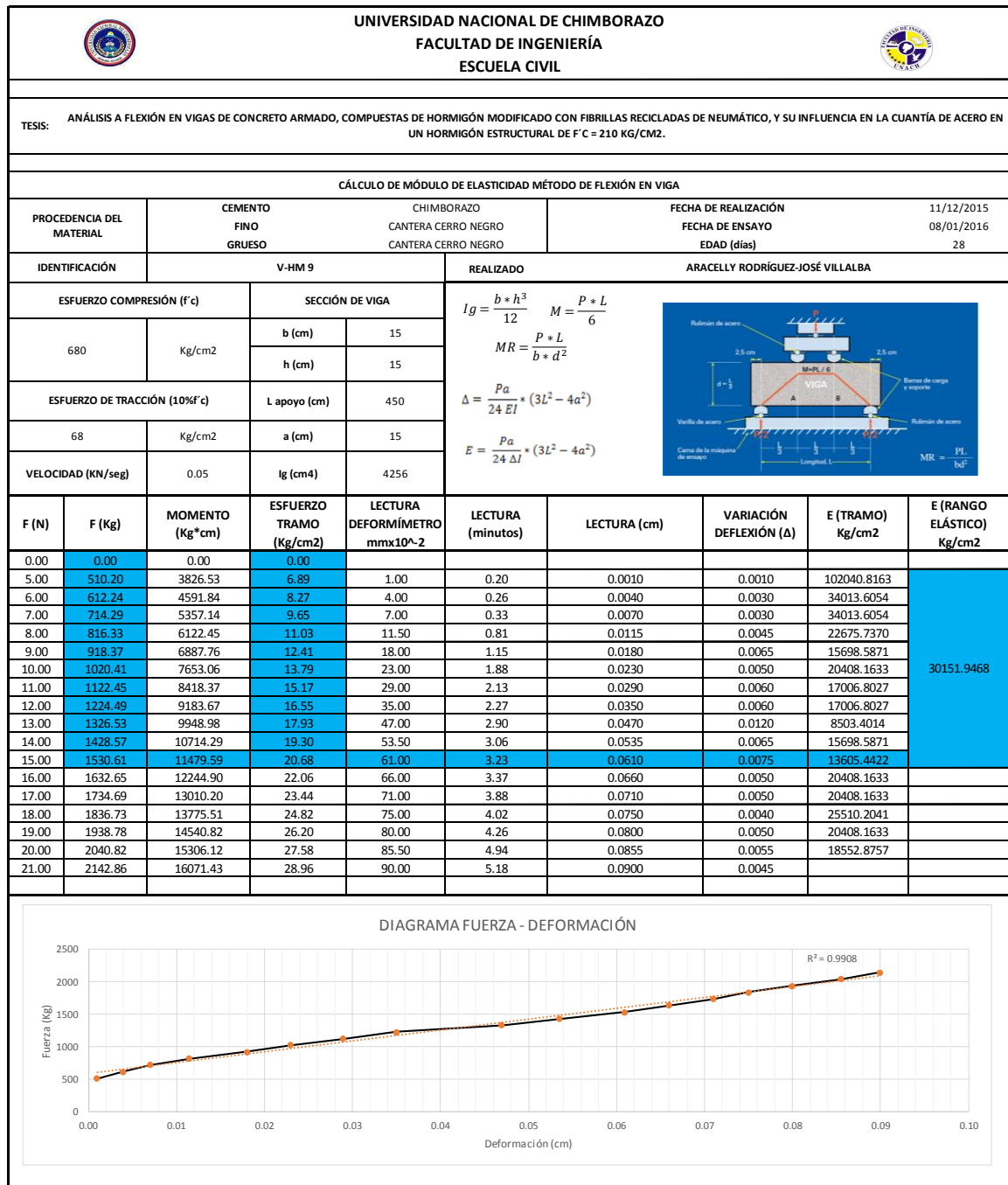


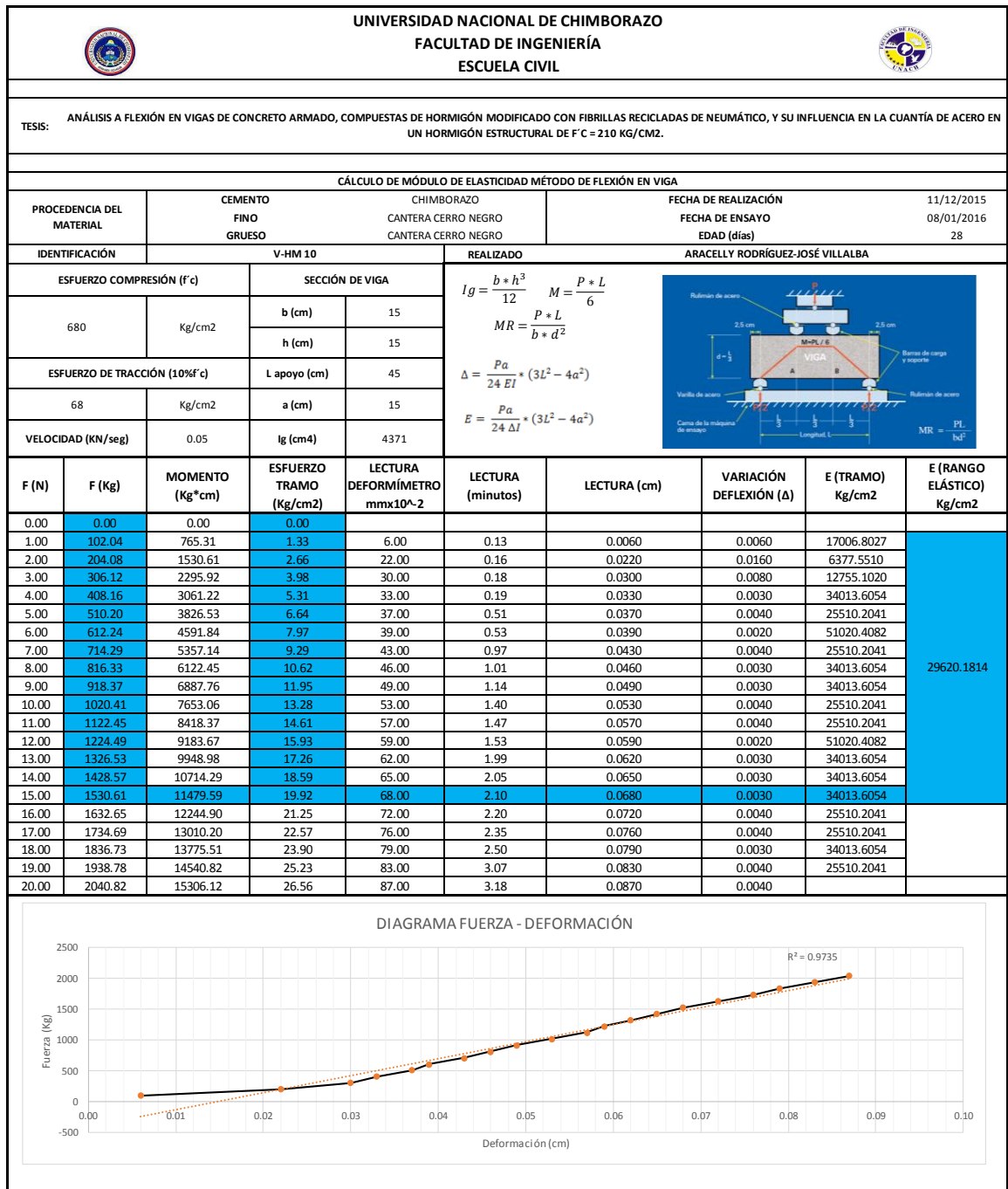


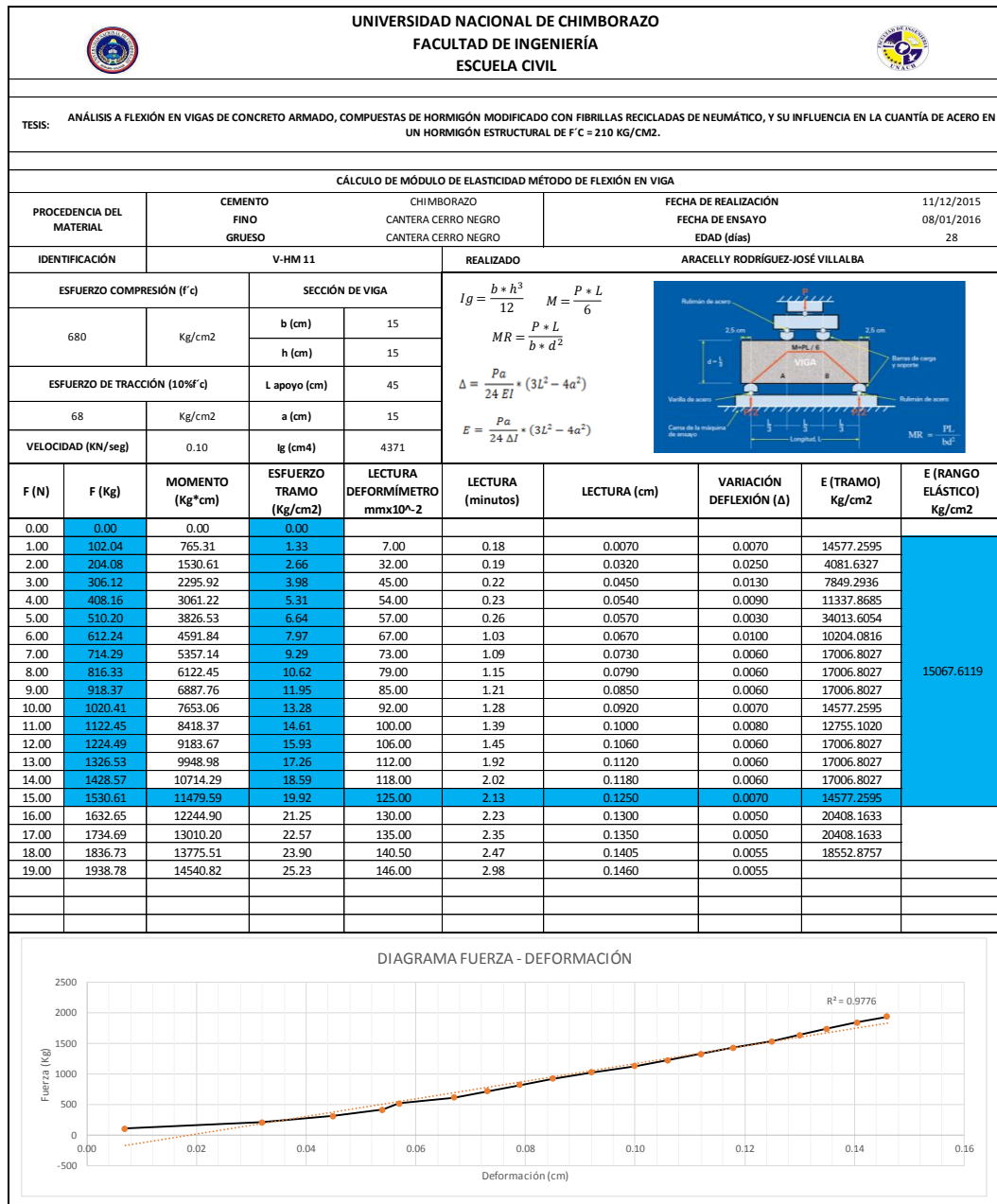


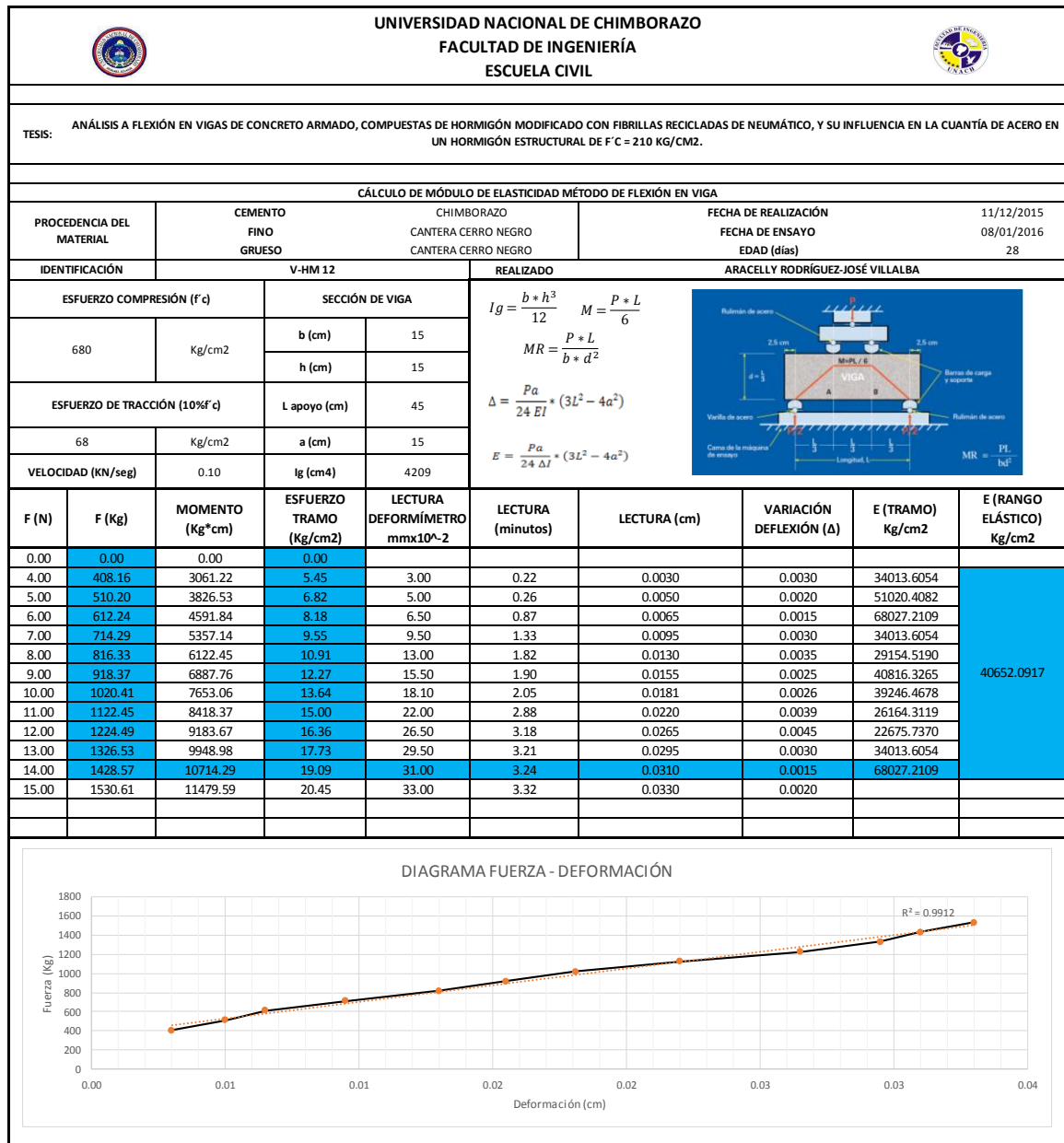


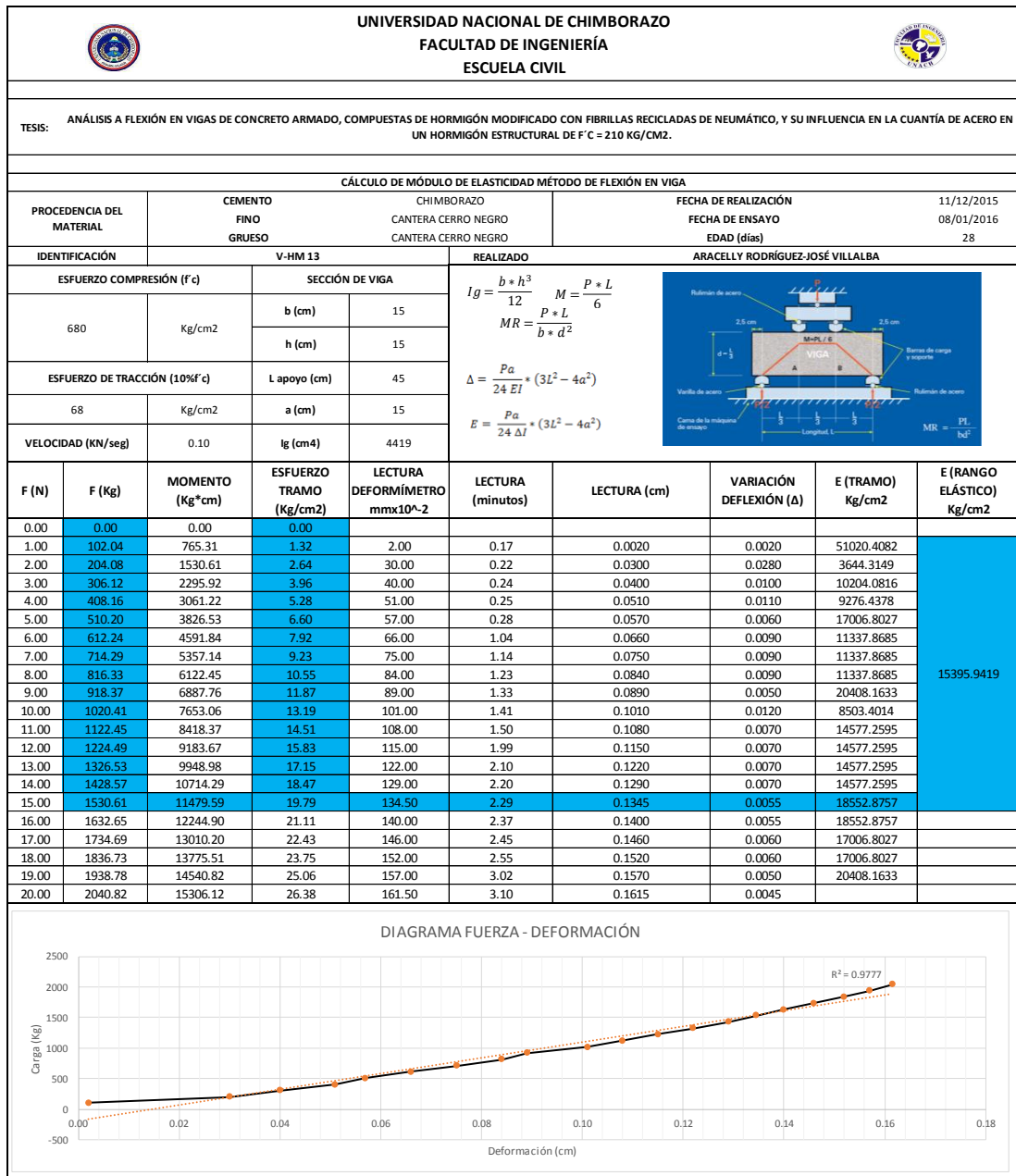












ANEXO J. TABULACIÓN DE RESULTADOS EXPERIMENTALES DEL ESFUERZO A COMPRESIÓN EN CILINDROS DE HORMIGÓN.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 										 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 																	
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'c = 210 KG/CM2.										ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'c = 210 KG/CM2.																	
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL										ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL																	
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015		PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015									
		FINO		CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016				FINO		CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016									
		GRUESO		CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28				GRUESO		CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28									
						HUMEDAD		12.80% TEMPERATURA 22,48 °C								HUMEDAD		12.80% TEMPERATURA 22,48 °C									
DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)		A. Fino (kg)		A. Grueso (kg)		Agua (kg)		F. Neumático (kg)		%		DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)		A. Fino (kg)		A. Grueso (kg)		Agua (kg)		F. Neumático (kg)		%	
		35.67		55.23		96.29		23.00		0.00		0				35.67		55.23		96.29		23.00		0.00		0	
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA				NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA											
						PROMEDIO		IMAGEN								PROMEDIO		IMAGEN									
DIAMETRO (mm)		151.39		153		-		152				DIAMETRO (mm)		151.27		152.32		-		152							
ALTURA (mm)		303		304		304		304				ALTURA (mm)		303		303		303		303							
PESO (kg)												PESO (kg)															
CARGA (kN)												CARGA (kN)															
AREA (mm2)												AREA (mm2)															
ESFUERZO (kg/cm2)												ESFUERZO (kg/cm2)															
DENSIDAD (kg/m3)										DENSIDAD (kg/m3)																	
								IDENTIFICACIÓN:		C-HC 1								IDENTIFICACIÓN:		C-HC 2							
								TIPO DE FALLA		III								TIPO DE FALLA		III							

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 					 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 									
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.					ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.									
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL					ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL									
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	11/12/2015								
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	08/01/2016								
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28								
				HUMEDAD	12.80%	TEMPERATURA	22,48 °C							
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)	%								
	35.67	55.23	96.29	23.00	0.00	0								
NORMA	NTE INEN 1573		REALIZADO POR	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA										
			PROMEDIO	IMAGEN										
DIAMETRO (mm)	152.26	152.03	-	152		DIAMETRO (mm)	152.32	152	-	152				
ALTURA (mm)	302	303	303	303		ALTURA (mm)	303	302	303	303				
PESO (kg)	12.801					PESO (kg)	12.839							
CARGA (kN)	538.28					CARGA (kN)	521.28							
AREA (mm2)	18180.48					AREA (mm2)	18184.06							
ESFUERZO (kg/cm2)	302.12			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 3		ESFUERZO (kg/cm2)	292.52		IDENTIFICACIÓN:	C-HC 4		
DENSIDAD (kg/m3)	2324.30			TIPO DE FALLA		III		DENSIDAD (kg/m3)	2330.74		TIPO DE FALLA		III	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN CONVENCIONAL

PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	11/12/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	08/01/2016	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28	
				HUMEDAD	12.80%	TEMPERATURA	22,48 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)	%	
	35.67	55.23	96.29	23.00	0.00	0	
NORMA	NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		
				PROMEDIO	IMAGEN		
DIAMETRO (mm)	152.47	152.14	-	152			
ALTURA (mm)	302	303	303	303			
PESO (kg)	12.923						
CARGA (kN)	454.61						
AREA (mm2)	18218.73						
ESFUERZO (kg/cm2)	254.62			IDENTIFICACIÓN:		C-HC 5	
DENSIDAD (kg/m3)	2341.52			TIPO DE FALLA		V	

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 										 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 													
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.										ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.													
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.										ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.													
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015		PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015							
		FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016				FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016							
		GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28				GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28							
		FRN	FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80%	TEMPERATURA			22,48 °C	FRN	FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80%	TEMPERATURA	22,48 °C				
DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%		DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%					
		35.67	55.23	92.44	23.00	3.85		4				35.67	55.23	92.44	23.00	3.85		4					
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA						NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA					
					PROMEDIO	IMAGEN								PROMEDIO	IMAGEN								
DIAMETRO (mm)	152.43	152.31	-	152		DIAMETRO (mm)				152.34	152.13	-	152										
ALTURA (mm)	302	302	301	302		ALTURA (mm)				302	302	302	302										
PESO (kg)	12.476					PESO (kg)				12.450													
CARGA (kN)	440.63					CARGA (kN)				460.36													
AREA (mm2)	18234.29					AREA (mm2)				18201.99													
ESFUERZO (kg/cm2)	246.58			IDENTIFICACIÓN:				C-HC 1				ESFUERZO (kg/cm2)	258.08			IDENTIFICACIÓN:				C-HC 2			
DENSIDAD (kg/m3)	2258.60			TIPO DE FALLA				III				DENSIDAD (kg/m3)	2257.89			TIPO DE FALLA				III			

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 										 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 															
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.										ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.															
ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.										ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.															
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015		PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015									
		FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016				FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016									
		GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28				GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28									
		FRN	FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80%	TEMPERATURA 22,48 °C			FRN	FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80%	TEMPERATURA 22,48 °C								
DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%		DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%							
		35.67	55.23	92.44	23.00	3.85		4				35.67	55.23	92.44	23.00	3.85		4							
NORMA			NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA						NORMA			NTE INEN 1573		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA					
					PROMEDIO	IMAGEN									PROMEDIO	IMAGEN									
DIAMETRO (mm)	152.16	152.36	-	152		DIAMETRO (mm)	152.43	153	-	153		DIAMETRO (mm)	152.43	153	-	153									
ALTURA (mm)	304	303	303	303		ALTURA (mm)	303	302	302	302															
PESO (kg)	12.504					PESO (kg)	12.497																		
CARGA (kN)	462.15					CARGA (kN)	470.90																		
AREA (mm2)	18207.97					AREA (mm2)	18316.95																		
ESFUERZO (kg/cm2)	258.99				IDENTIFICACIÓN:		C-HC 3				ESFUERZO (kg/cm2)	262.33				IDENTIFICACIÓN:		C-HM 4							
DENSIDAD (kg/m3)	2266.94				TIPO DE FALLA		III				DENSIDAD (kg/m3)	2252.19				TIPO DE FALLA		III							



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

ENSAYOS A COMPRESIÓN CON CILINDROS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.

PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO			FECHA DE REALIZACIÓN	11/12/2015
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO			FECHA DE ENSAYO	08/01/2016
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO			EDAD (días)	28
	FRN	FACERQUIM S.A			HUMEDAD	12.80%
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)	%
	35.67	55.23	92.44	23.00	3.85	4
NORMA		NTE INEN 1573		REALIZADO POR	ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
				PROMEDIO	IMAGEN	
DIAMETRO (mm)	152.11	152.15	-	152		
ALTURA (mm)	303	303	302	303		
PESO (kg)	12.511					
CARGA (kN)	458.33					
AREA (mm²)	18176.89					
ESFUERZO (kg/cm²)	257.30			IDENTIFICACIÓN:		C-HM 5
DENSIDAD (kg/m³)	2272.09			TIPO DE FALLA		III

Tabla 3.10.- Tabulación de resultados del esfuerzo a compresión en hormigón convencional.

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA						TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.											
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																			
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN										NORMA:		NTE INEN 1573		REALIZADO POR:		ARACELLY RODRÍGUEZ - JOSÉ VILLALBA			
PROCEDENCIA DEL MATERIAL						DOSIFICACION: HORMIGÓN CONVENCIONAL								REALIZACIÓN Y ENSAYOS					
CEMENTO:		CHIMBORAZO		MÉTODO:		DENSIDAD ÓPTIMA		CEMENTO (kg):		35.67		FIBRAS DE CAUCHO:		FECHA DE REALIZACIÓN:		11/12/2015			
A. FINO:		CANTERA CERRO NEGRO		f_c esperado:		> 210 kg/cm2		A. FINO (kg):		55.23		Porcentaje (%)		0		FECHA DE ENSAYO:		08/01/2016	
A. GRUESO:		CANTERA CERRO NEGRO		R a/c		0.6		A. GRUESO (kg):		96.29		Peso (kg)		0		HUMEDAD:		12.8 %	
				EDAD (días):		28		AGUA (kg):		23.00						TEMPERATURA:		22.48 °C	
N°	IDENTIFICACIÓN			Asentamiento (cm)	d1 (mm)	d2 (mm)	dp (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	hp (mm)	Peso (kg)	Carga (kN)	Tipo de Falla	h/d	Area (mm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Densidad (kg/m3)	(Xi-Xm)*2
1	C-HC 1			4.50	151.39	153.00	152.20	303	304	304	303.67	12.782	560.64	III	2.00	18192.43	314.46	2319.32	354.28
2	C-HC 2				151.27	152.32	151.80	303	303	303	303.00	12.884	557.719	III	2.00	18096.93	314.47	2350.17	354.79
3	C-HC 3				152.26	152.03	152.15	302	303	303	302.67	12.801	538.275	III	1.99	18180.48	302.12	2324.30	41.96
4	C-HC 4				152.32	152.00	152.16	303	302	303	302.67	12.839	521.279	III	1.99	18184.06	292.52	2330.74	9.73
5	C-HC 5				152.47	152.14	152.31	302	303	303	302.67	12.923	454.612	V	1.99	18218.73	254.62	2341.52	1682.29
RESULTADOS HORMIGÓN CONVENCIONAL																			
f_c =		210 kg/cm2		Resistencia Promedio=		295.64 kg/cm2		N° de ensayos =		5		Densidad Promedio =		2333.21 kg/m3		Desviación Estándar=		24.71	

Tabla 3.10.- Tabulación de resultados del esfuerzo a compresión en hormigón modificado con FRN con el 4%.

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA				TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.											
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																	
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN				NORMA:	NTE INEN 1573	REALIZADO POR:	ARACELLY RODRÍGUEZ - JOSÉ VILLALBA										
PROCEDECENCIA DEL MATERIAL		DOSIFICACION: HORMIGÓN MODIFICADO				REALIZACIÓN Y ENSAYOS											
CEMENTO:	CHIMBORAZO	MÉTODO:	DENSIDAD ÓPTIMA	CEMENTO (kg):	35.67	FIBRAS DE CAUCHO:											
A. FINO:	CANTERA CERRO NEGRO	f_c esperado:	> 210 kg/cm ²	A. FINO (kg):	55.23	Porcentaje (%)	4										
A. GRUESO:	CANTERA CERRO NEGRO	R a/c	0.6	A. GRUESO (kg):	92.44	Peso (kg)	3.85										
F. CAUCHO:	FACERQUIM S.A	EDAD (días):	28	AGUA (kg):	23.00												
N°	IDENTIFICACIÓN	Asentamiento (cm)	d1 (mm)	d2 (mm)	dp (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	hp (mm)	Peso (kg)	Carga (kN)	Tipo de Falla	h/d	Area (mm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Densidad (kg/m ³)	(Xi-Xm) ²
1	C-HM 1	6.30	152.43	152.31	152.37	302	302	301	301.67	12.476	440.629	III	1.98	18234.29	246.58	2258.60	101.52
2	C-HM 2		152.34	152.13	152.24	302	302	302	302.00	12.45	460.356	III	1.98	18201.99	258.08	2257.89	2.02
3	C-HM 3		152.16	152.36	152.26	304	303	303	303.33	12.504	462.145	III	1.99	18207.97	258.99	2266.94	5.47
4	C-HM 4		152.43	153	152.72	303	302	302	302.33	12.497	470.902	III	1.98	18316.95	262.33	2252.19	32.22
5	C-HM 5		152.11	152.15	152.13	303	303	302	302.67	12.511	458.331	III	1.99	18176.89	257.30	2272.09	0.41
RESULTADOS HORMIGÓN MODIFICADO																	
$f_c =$	210 kg/cm ²	Resistencia Promedio=	256.66 kg/cm ²		N° de ensayos =	5		Densidad Promedio =	2261.54 kg/m ³		Desviación Estándar=	5.95					

ANEXO K. TABULACIÓN DE RESULTADOS EXPERIMENTALES DE LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 										 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 																													
TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.										TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F´C = 210 KG/CM2.																													
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL.										DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL.																													
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015		PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015																					
		FINO		CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016				FINO		CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016																					
		GRUESO		CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28				GRUESO		CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28																					
						HUMEDAD		12.80% TEMPERATURA 22,48 °C								HUMEDAD		12.80% TEMPERATURA 22,48 °C																					
DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)		A. Fino (kg)		A. Grueso (kg)		Agua (kg)		DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)		A. Fino (kg)		A. Grueso (kg)		Agua (kg)																					
		35.67		55.23		96.29		23.00				35.67		55.23		96.29		23.00																					
								F. Neumático (kg)		%								F. Neumático (kg)		%																			
								0.00		0								0.00		0																			
NORMA				NTU BARL 002-2015						REALIZADO POR				ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA						NORMA				NTU BARL 002-2015						REALIZADO POR				ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA					
BASE (mm)		ALTURA (mm)		LONGITUD ADHERENTE (mm)		IMAGEN						BASE (mm)		ALTURA (mm)		LONGITUD ADHERENTE (mm)		IMAGEN																					
100		100		38								100		100		30.5																							
CARGA (kN)				7.657								CARGA (kN)				9.32																							
AREA (mm2)				1156.59								AREA (mm2)				928.32																							
TENSION MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)				67.55								TENSION MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)				102.45																							
IDENTIFICACIÓN:				CUBO-HC 1								IDENTIFICACIÓN:				CUBO-HC 2																							
TIPO DE FALLA				splitind								TIPO DE FALLA				pull-out																							

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																				 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																			
TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.										TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F'C = 210 KG/CM2.																													
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL.										DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL.																													
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015		PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015																							
		FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016				FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016																							
		GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28				GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28																							
		HUMEDAD		12.80%		TEMPERATURA		22,48 °C			HUMEDAD		12.80%		TEMPERATUR A		22,48 °C																						
DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)		F. Neumático (kg)		DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)		F. Neumático (kg)																							
		35.67	55.23	96.29	23.00		0.00				0	35.67	55.23	96.29	23.00		0.00		0																				
NORMA		NTU BARL 002-2015			REALIZADO POR					ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			NORMA		NTU BARL 002-2015			REALIZADO POR					ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA																
BASE (mm)		ALTURA (mm)			LONGITUD ADHERENTE (mm)					IMAGEN																													
100		100			43																																		
		CARGA (kN)			6.72																																		
		AREA (mm2)			1308.78																																		
		TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)			52.39																																		
		IDENTIFICACIÓN:			C-HC 3																																		
		TIPO DE FALLA			pull-out																																		

							
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL							
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.							
TESIS:							
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL.							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28	
				HUMEDAD		12.80%	TEMPERATURA 22,48 °C
DOSIFICACIÓN:	Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%
	35.67	55.23	96.29	23.00	0.00		0
NORMA		NTU BARL 002-2015		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
BASE (mm)		ALTURA (mm)		LONGITUD ADHERENTE (mm)		IMAGEN	
100		100		40			
		CARGA (kN)		6.724			
		ÁREA (mm2)		1217.47			
		TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)		56.36			
		IDENTIFICACIÓN:		CUBO-HC 6			
		TIPO DE FALLA		pull-out			

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL										 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL										 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL										 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL													
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.																				ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.																							
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL.																				DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL.																							
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015										PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015																	
		FINO		CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016												FINO		CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016																	
		GRUESO		CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28												GRUESO		CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28																	
		HUMEDAD		12.80%		TEMPERATURA		22,48 °C												HUMEDAD		12.80%		TEMPERATURA		22,48 °C																	
DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)		A. Fino (kg)		A. Grueso (kg)		Agua (kg)		F. Neumático (kg)										DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)		A. Fino (kg)		A. Grueso (kg)		Agua (kg)		F. Neumático (kg)													
		35.67		55.23		96.29		23.00		0.00												35.67		55.23		96.29		23.00		0.00													
NORMA		NTU BARL 002-2015				REALIZADO POR				ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA												NORMA		NTU BARL 002-2015				REALIZADO POR				ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA											
BASE (mm)		ALTURA (mm)				LONGITUD ADHERENTE (mm)				IMAGEN										BASE (mm)		ALTURA (mm)				LONGITUD ADHERENTE (mm)				IMAGEN													
100		100				40														100		100				43																	
CARGA (kN)						9.74														CARGA (kN)						7.372																	
AREA (mm2)						1217.47														AREA (mm2)						1308.78																	
TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)						81.63														TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)						57.48																	
IDENTIFICACIÓN:						CUBO-HC 7														IDENTIFICACIÓN:						CUBO-HC 8																	
TIPO DE FALLA						pull-out														TIPO DE FALLA						pull-out																	

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 										 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 											
TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.										TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.											
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL.										DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL.											
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015		PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015			
		FINO		CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016				FINO		CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016			
		GRUESO		CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28				GRUESO		CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28			
DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)		A. Fino (kg)		A. Grueso (kg)		Agua (kg)		F. Neumático (kg)		Cemento (kg)		A. Fino (kg)		A. Grueso (kg)		Agua (kg)		F. Neumático (kg)	
		35.67		55.23		96.29		23.00		0.00		35.67		55.23		96.29		23.00		0.00	
NORMA		NTU BARL 002-2015		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA				NORMA		NTU BARL 002-2015		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA					
BASE (mm)		ALTURA (mm)		LONGITUD ADHERENTE (mm)		IMAGEN				BASE (mm)		ALTURA (mm)		LONGITUD ADHERENTE (mm)		IMAGEN					
100		100		44						100		100		45							
CARGA (kN)				8.741				CARGA (kN)				6.654									
AREA (mm2)				1339.21				AREA (mm2)				1369.65									
TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)				66.60				TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)				49.57									
IDENTIFICACIÓN:				CUBO-HC 9				IDENTIFICACIÓN:				CUBO-HC 10									
TIPO DE FALLA				pull-out				TIPO DE FALLA				pull-out									

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 										 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 									
TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE f'c = 210 kg/cm2.										TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE f'c = 210 kg/cm2.									
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.										DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.									
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015											
		FINO		CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016											
		GRUESO		CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28											
		FRN		FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80%		TEMPERATURA		22,48 °C							
DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)		A. Fino (kg)		A. Grueso (kg)		Agua (kg)		F. Neumático (kg)		%							
		35.67		55.23		92.44		23.00		3.85		4							
NORMA				NTU BARL 002-2015		REALIZADO POR				ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA									
BASE (mm)		ALTURA (mm)		LONGITUD ADHERENTE (mm)		IMAGEN													
100		100		48															
CARGA (kN)				27.502															
AREA (mm2)				1460.96															
TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)				192.09															
IDENTIFICACIÓN:				CUBO-HM 1															
TIPO DE FALLA				splitting															
100		100		46															
CARGA (kN)				17.706															
AREA (mm2)				1400.09															
TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)				129.04															
IDENTIFICACIÓN:				CUBO-HM 2															
TIPO DE FALLA				pull-out															

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 										 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 											
TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.										TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.											
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.										DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.											
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015			PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015				
		FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016					FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016				
		GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28					GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28				
		FRN	FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80%	TEMPERATURA				22,48 °C			FRN	FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80%	TEMPERATURA
DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%			DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%		
		35.67	55.23	92.44	23.00	3.85		4					35.67	55.23	92.44	23.00	3.85		4		
NORMA			NTU BARL 002-2015		REALIZADO POR			ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			NORMA			NTU BARL 002-2015		REALIZADO POR			ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		
BASE (mm)		ALTURA (mm)		LONGITUD ADHERENTE (mm)		IMAGEN				BASE (mm)		ALTURA (mm)		LONGITUD ADHERENTE (mm)		IMAGEN					
100		100		41						100		100		51							
CARGA (kN)				24.035						CARGA (kN)				29.119							
AREA (mm2)				1247.90						AREA (mm2)				1552.27							
TENSION MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)				196.53						TENSION MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)				191.42							
IDENTIFICACIÓN:				CUBO-HM 3						IDENTIFICACIÓN:				CUBO-HM 4							
TIPO DE FALLA				pull-out						TIPO DE FALLA				split/ind							

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 										 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 																					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE f'c = 210 kg/cm2.										ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE f'c = 210 kg/cm2.																					
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.										DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.																					
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015			PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015														
		FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016					FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016														
		GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28					GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28														
		FRN	FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80%	TEMPERATURA				22,48 °C		FRN	FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80%	TEMPERATURA		22,48 °C									
DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%		DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%													
		35.67	55.23	92.44	23.00	3.85		4				35.67	55.23	92.44	23.00	3.85		4													
NORMA			NTU BARL 002-2015		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA						NORMA			NTU BARL 002-2015		REALIZADO POR		ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA											
BASE (mm)		ALTURA (mm)		LONGITUD ADHERENTE (mm)		IMAGEN								BASE (mm)		ALTURA (mm)		LONGITUD ADHERENTE (mm)		IMAGEN											
100		100		46										100		100		50													
CARGA (kN)				25.909										CARGA (kN)				29.443													
AREA (mm2)				1400.09										AREA (mm2)				1521.83													
TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)				188.83										TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)				197.42													
IDENTIFICACIÓN:				CUBO-HM 5										IDENTIFICACIÓN:				CUBO-HM 6													
TIPO DE FALLA				pull-out										TIPO DE FALLA				pull-out													

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL										 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL										 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL										 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL											
TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.										TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.										TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.										TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.											
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.										DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.										DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.										DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.											
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015		PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015		PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015		PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015			
		FINO		CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016				FINO		CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016				FINO		CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016													
		GRUESO		CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28				GRUESO		CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28				GRUESO		CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28													
		FRN		FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80% TEMPERATURA 22,48 °C				FRN		FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80% TEMPERATURA 22,48 °C				FRN		FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80% TEMPERATURA 22,48 °C													
DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)		A. Fino (kg)		A. Grueso (kg)		Agua (kg)		F. Neumático (kg)		%		DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)		A. Fino (kg)		A. Grueso (kg)		Agua (kg)		F. Neumático (kg)		%		DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)		A. Fino (kg)		A. Grueso (kg)		Agua (kg)		F. Neumático (kg)		%	
		35.67		55.23		92.44		23.00		3.85		4				35.67		55.23		92.44		23.00		3.85		4				35.67		55.23		92.44		23.00		3.85		4	
NORMA				NTU BARL 002-2015						REALIZADO POR				ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA						NORMA				NTU BARL 002-2015						REALIZADO POR				ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA							
BASE (mm)				ALTURA (mm)						LONGITUD ADHERENTE (mm)				IMAGEN						BASE (mm)				ALTURA (mm)						LONGITUD ADHERENTE (mm)				IMAGEN							
100				100						39										100				100						37											
CARGA (kN)				17.953						CARGA (kN)										20.153																					
AREA (mm2)				1187.03						AREA (mm2)										1126.16																					
TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)				154.33						TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)										182.61																					
IDENTIFICACIÓN:				CUBO-HM 7						IDENTIFICACIÓN:										CUBO-HM 8																					
TIPO DE FALLA				pull-out						TIPO DE FALLA										pull-out																					

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL						UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																							
TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.												TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.																			
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.												DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.																			
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015				PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO		CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015											
		FINO		CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016						FINO		CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016											
		GRUESO		CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28						GRUESO		CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28											
		FRN		FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80%		TEMPERATURA				22,48 °C		FRN		FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80%		TEMPERATURA		22,48 °C					
DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)		A. Fino (kg)		A. Grueso (kg)		Agua (kg)		F. Neumático (kg)		%		DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)		A. Fino (kg)		A. Grueso (kg)		Agua (kg)		F. Neumático (kg)		%					
		35.67		55.23		92.44		23.00		3.85		4				35.67		55.23		92.44		23.00		3.85		4					
NORMA				NTU BARL 002-2015				REALIZADO POR				ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA				NORMA				NTU BARL 002-2015				REALIZADO POR				ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
BASE (mm)		ALTURA (mm)		LONGITUD ADHERENTE (mm)		IMAGEN						BASE (mm)		ALTURA (mm)		LONGITUD ADHERENTE (mm)		IMAGEN													
100		100		43								100		100		42															
CARGA (kN)				19.322								CARGA (kN)				24.877															
AREA (mm2)				1308.78								AREA (mm2)				1278.34															
TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)				150.65								TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)				198.58															
IDENTIFICACIÓN:				CUBO- HM 9								IDENTIFICACIÓN:				CUBO- HM 10															
TIPO DE FALLA				pull-out								TIPO DE FALLA				pull-out															

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 										 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 																	
TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.										TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.																	
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.										DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.																	
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO	CHIMBORAZO	FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015				PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO	CHIMBORAZO	FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015											
		FINO	CANTERA CERRO NEGRO	FECHA DE ENSAYO		08/01/2016						FINO	CANTERA CERRO NEGRO	FECHA DE ENSAYO		08/01/2016											
		GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO	EDAD (días)		28						GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO	EDAD (días)		28											
		FRN	FACERQUIM S.A	HUMEDAD		12.80%	TEMPERATURA	22,48 °C				FRN	FACERQUIM S.A	HUMEDAD		12.80%	TEMPERATURA	22,48 °C									
DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)				DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)											
		35.67	55.23	92.44	23.00	3.85						4	35.67	55.23	92.44	23.00	3.85				4						
NORMA			NTU BARL 002-2015			REALIZADO POR				ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA				NORMA			NTU BARL 002-2015			REALIZADO POR				ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
BASE (mm)		ALTURA (mm)			LONGITUD ADHERENTE (mm)			IMAGEN				BASE (mm)		ALTURA (mm)			LONGITUD ADHERENTE (mm)			IMAGEN							
100		100			34							100		100			52										
CARGA (kN)			25.718			CARGA (kN)						28.086															
AREA (mm2)			1034.85			AREA (mm2)						1582.71															
TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)			253.59			TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)						181.08															
IDENTIFICACIÓN:			CUBO-HM 11			IDENTIFICACIÓN:						CUBO-HM 12															
TIPO DE FALLA			pull-out						TIPO DE FALLA			splitting															

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL								 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL											
TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.								TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.											
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.								DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.											
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015		PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015			
		FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016				FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016			
		GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28				GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28			
		FRN	FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80%	TEMPERATURA			22,48 °C	FRN	FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80%	TEMPERATURA	22,48 °C
DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%	DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%		
		35.67	55.23	92.44	23.00	3.85		4			35.67	55.23	92.44	23.00	3.85		4		
NORMA			NTU BARL 002-2015		REALIZADO POR			ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		NORMA			NTU BARL 002-2015		REALIZADO POR			ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA	
BASE (mm)		ALTURA (mm)		LONGITUD ADHERENTE (mm)		IMAGEN		BASE (mm)		ALTURA (mm)		LONGITUD ADHERENTE (mm)		IMAGEN					
100		100		36				100		100		51							
CARGA (kN)				19.423				CARGA (kN)				30.554							
AREA (mm2)				1095.72				AREA (mm2)				1552.27							
TENSION MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)				180.88				TENSION MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)				200.85							
IDENTIFICACIÓN:				CUBO-HM 13				IDENTIFICACIÓN:				CUBO-HM 14							
TIPO DE FALLA				pull-out				TIPO DE FALLA				pull-out							

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 										 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 											
TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.										TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.											
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.										DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.											
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015			PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015				
		FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016					FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016				
		GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28					GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28				
		FRN	FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80%	TEMPERATURA	22,48 °C			FRN	FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80%	TEMPERATURA	22,48 °C		
DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%		DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)		%			
		35.67	55.23	92.44	23.00	3.85		4				35.67	55.23	92.44	23.00	3.85		4			
NORMA			NTU BARL 002-2015		REALIZADO POR			ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			NORMA			NTU BARL 002-2015		REALIZADO POR			ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		
BASE (mm)		ALTURA (mm)		LONGITUD ADHERENTE (mm)		IMAGEN				BASE (mm)		ALTURA (mm)		LONGITUD ADHERENTE (mm)		IMAGEN					
100		100		52						100		100		43							
CARGA (kN)				28.781						CARGA (kN)				10.28							
AREA (mm2)				1582.71						AREA (mm2)				1308.78							
TENSION MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)				185.56						TENSION MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)				80.15							
IDENTIFICACIÓN:				CUBO-HM 15						IDENTIFICACIÓN:				CUBO-HM 16							
TIPO DE FALLA				pull-out						TIPO DE FALLA				pull-out							

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 										 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 																					
TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.										TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.																					
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.										DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.																					
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015			PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015														
		FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016					FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016														
		GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28					GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28														
		FRN	FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80%	TEMPERATURA	22,48 °C			FRN	FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80%	TEMPERATURA	22,48 °C												
DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)			%	DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)			%												
		35.67	55.23	92.44	23.00	3.85			4			35.67	55.23	92.44	23.00	3.85			4												
NORMA			NTU BARL 002-2015		REALIZADO POR			ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA							NORMA			NTU BARL 002-2015		REALIZADO POR			ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA								
BASE (mm)		ALTURA (mm)		LONGITUD ADHERENTE (mm)		IMAGEN								BASE (mm)		ALTURA (mm)		LONGITUD ADHERENTE (mm)		IMAGEN											
100		100		46										100		100		46													
CARGA (kN)				19.12										CARGA (kN)				19.588													
AREA (mm2)				1400.09										AREA (mm2)				1400.09													
TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)				139.35										TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)				142.76													
IDENTIFICACIÓN:				CUBO-HM 17										IDENTIFICACIÓN:				CUBO-HM 18													
TIPO DE FALLA				pull-out										TIPO DE FALLA				pull-out													

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 										 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL 																					
TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.										TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.																					
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.										DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.																					
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015			PROCEDENCIA DEL MATERIAL:		CEMENTO	CHIMBORAZO		FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015														
		FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016					FINO	CANTERA CERRO NEGRO		FECHA DE ENSAYO		08/01/2016														
		GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28					GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO		EDAD (días)		28														
		FRN	FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80%	TEMPERATURA	22,48 °C			FRN	FACERQUIM S.A		HUMEDAD		12.80%	TEMPERATURA	22,48 °C												
DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)			%	DOSIFICACIÓN:		Cemento (kg)	A. Fino (kg)	A. Grueso (kg)	Agua (kg)	F. Neumático (kg)			%												
		35.67	55.23	92.44	23.00	3.85			4			35.67	55.23	92.44	23.00	3.85			4												
NORMA			NTU BARL 002-2015		REALIZADO POR			ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA							NORMA			NTU BARL 002-2015		REALIZADO POR			ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA								
BASE (mm)		ALTURA (mm)		LONGITUD ADHERENTE (mm)		IMAGEN								BASE (mm)		ALTURA (mm)		LONGITUD ADHERENTE (mm)		IMAGEN											
100		100		47										100		100		45													
CARGA (kN)				17.538										CARGA (kN)				22.868													
AREA (mm2)				1430.52										AREA (mm2)				1369.65													
TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)				125.10										TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)				170.37													
IDENTIFICACIÓN:				CUBO-HM 19										IDENTIFICACIÓN:				CUBO-HM 20													
TIPO DE FALLA				pull-out										TIPO DE FALLA				pull-out													

Tabla 3.10.- Tabulación de resultados de la tensión máxima de adherencia en hormigón convencional.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL 					
ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.					
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA DEL HORMIGÓN CONVENCIONAL.					
PROCEDENCIA DEL MATERIAL	CEMENTO	CHIMBORAZO	FECHA DE REALIZACIÓN		
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO	FECHA DE ENSAYO		
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO	EDAD (días)		
NORMA		NTE INEN 2554:2011	REALIZADO		
			ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA		
IDENTIFICACIÓN	CARGA (Kn)	TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)	Xi-Xm	(Xi-Xm)^2	δ
CUBO-HC 1	7.66	67.55	2.69	7.23	7.59
CUBO-HC 2	7.46	59.55	-5.31	28.21	
CUBO-HC 3	6.72	56.36	-8.50	72.28	
CUBO-HC 4	9.74	81.63	16.77	281.18	
CUBO-HC 5	7.37	57.48	-7.38	54.49	
CUBO-HC 6	8.74	66.60	1.74	3.02	
Xm=		64.86		446.41	

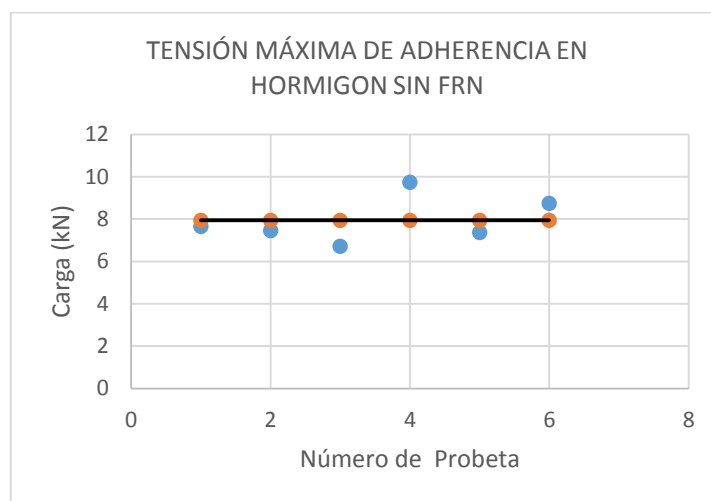
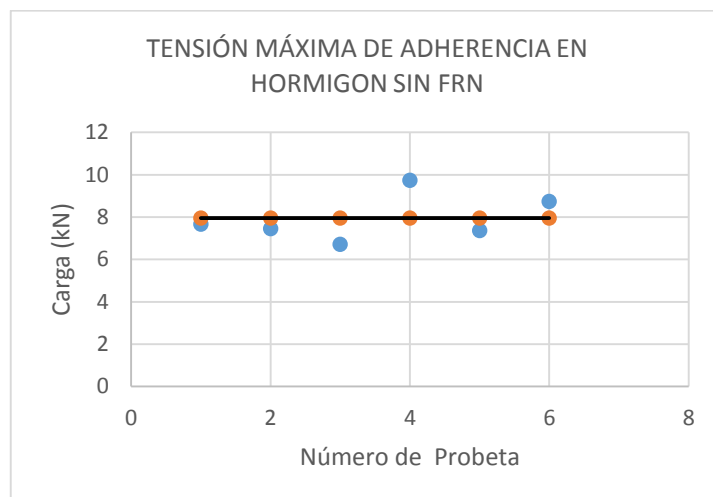
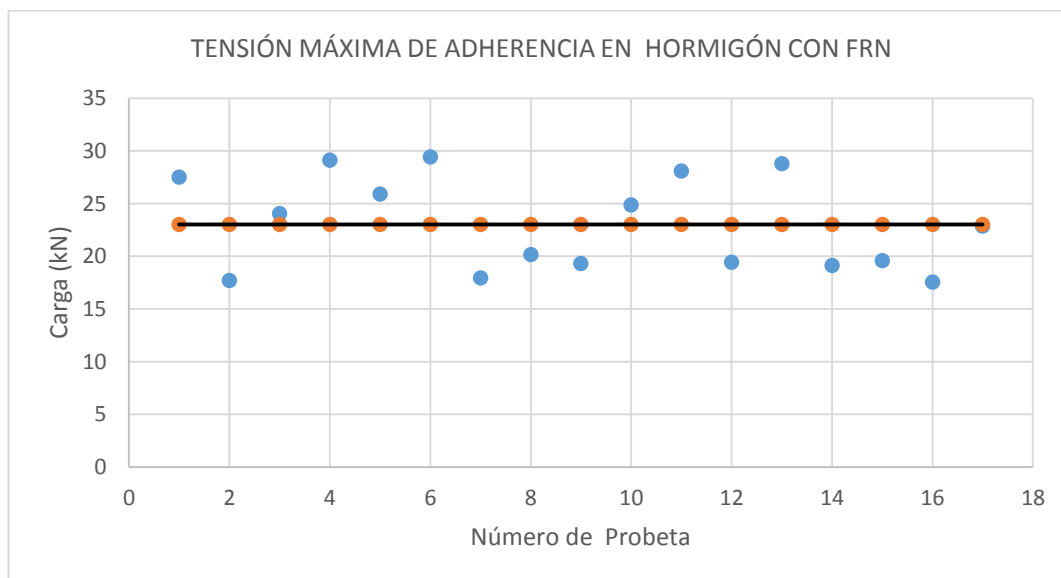


Tabla 3.10.- Tabulación de resultados de la tensión máxima de adherencia en hormigón modificado con fibrillas recicladas de neumáticos..

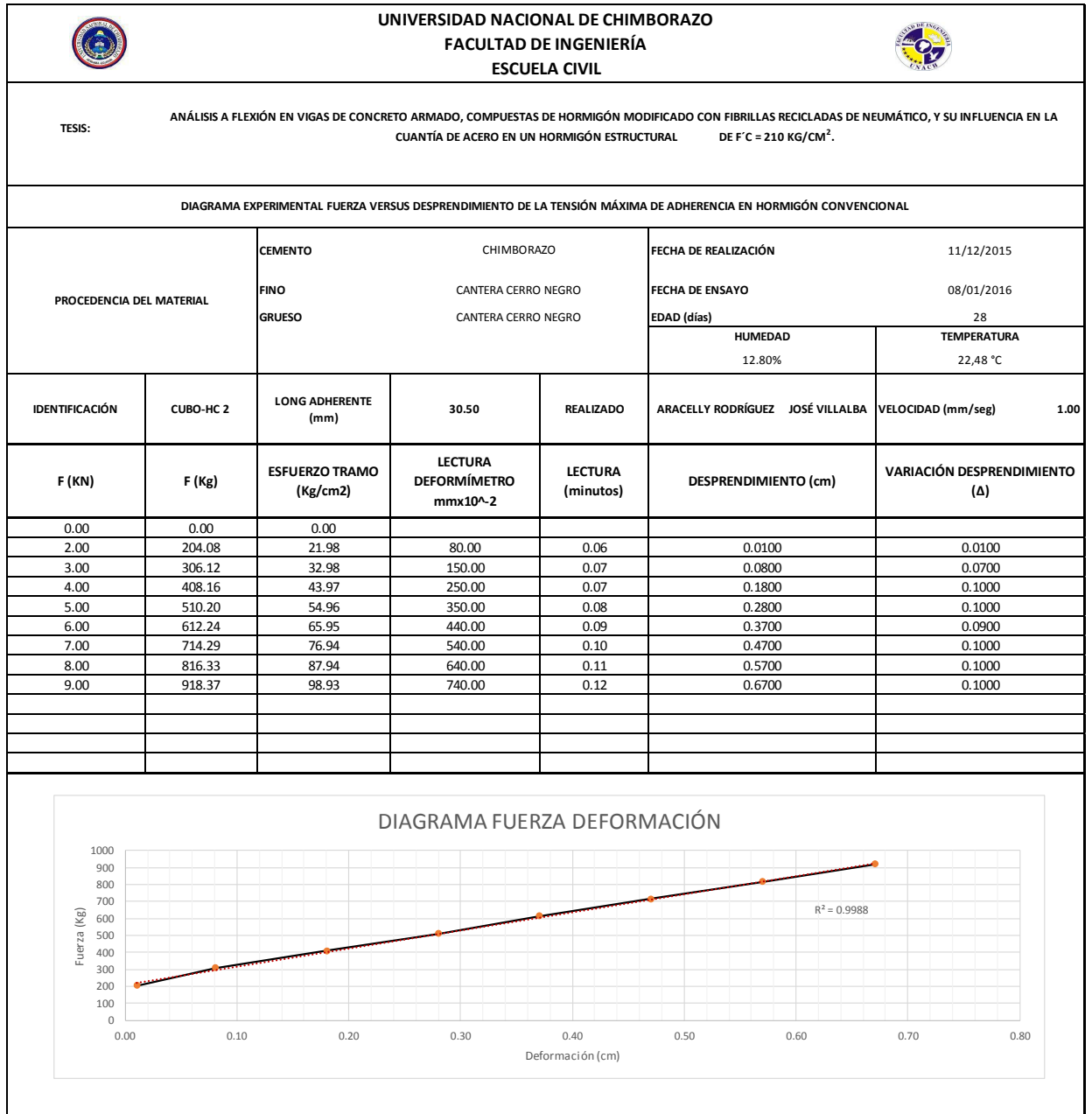
		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL				
TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.						
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA				DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.		
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO	FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015	
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO	FECHA DE ENSAYO		08/01/2016	
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO	EDAD (días)		28	
	FRN	FACERQUIM S.A	HUMEDAD	12.80%	TEMPERATURA	22,48 °C
NORMA			REALIZADO			
NTU BARL 002-2015			ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
N°	IDENTIFICACIÓN	CARGA (KN)	TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)	Xi-Xm	(Xi-Xm)^2	25.24
1	CUBO-HM 1	27.50	192.09	21.11	445.72	
2	CUBO-HM 2	17.71	129.04	-41.93	1758.23	
3	CUBO-HM 3	24.04	196.53	25.56	653.21	
4	CUBO-HM 4	29.12	191.42	20.44	417.90	
5	CUBO-HM 5	25.91	188.83	17.85	318.76	
6	CUBO-HM 6	29.44	197.42	26.44	699.25	
7	CUBO-HM 7	17.95	154.33	-16.65	277.09	
8	CUBO-HM 8	20.15	182.61	11.63	135.26	
9	CUBO-HM 9	19.32	150.65	-20.33	413.26	
10	CUBO-HM 10	24.88	198.58	27.60	761.75	
11	CUBO-HM 12	28.09	181.08	10.10	102.04	
12	CUBO-HM 13	19.42	180.88	9.90	98.10	
13	CUBO-HM 15	28.78	185.56	14.58	212.64	
14	CUBO-HM 17	19.12	139.35	-31.63	1000.19	
15	CUBO-HM 18	19.59	142.76	-28.21	796.08	
16	CUBO-HM 19	17.54	125.10	-45.88	2104.53	
17	CUBO-HM 20	22.87	170.37	-0.61	0.37	
Xm=			170.98		10194.36	

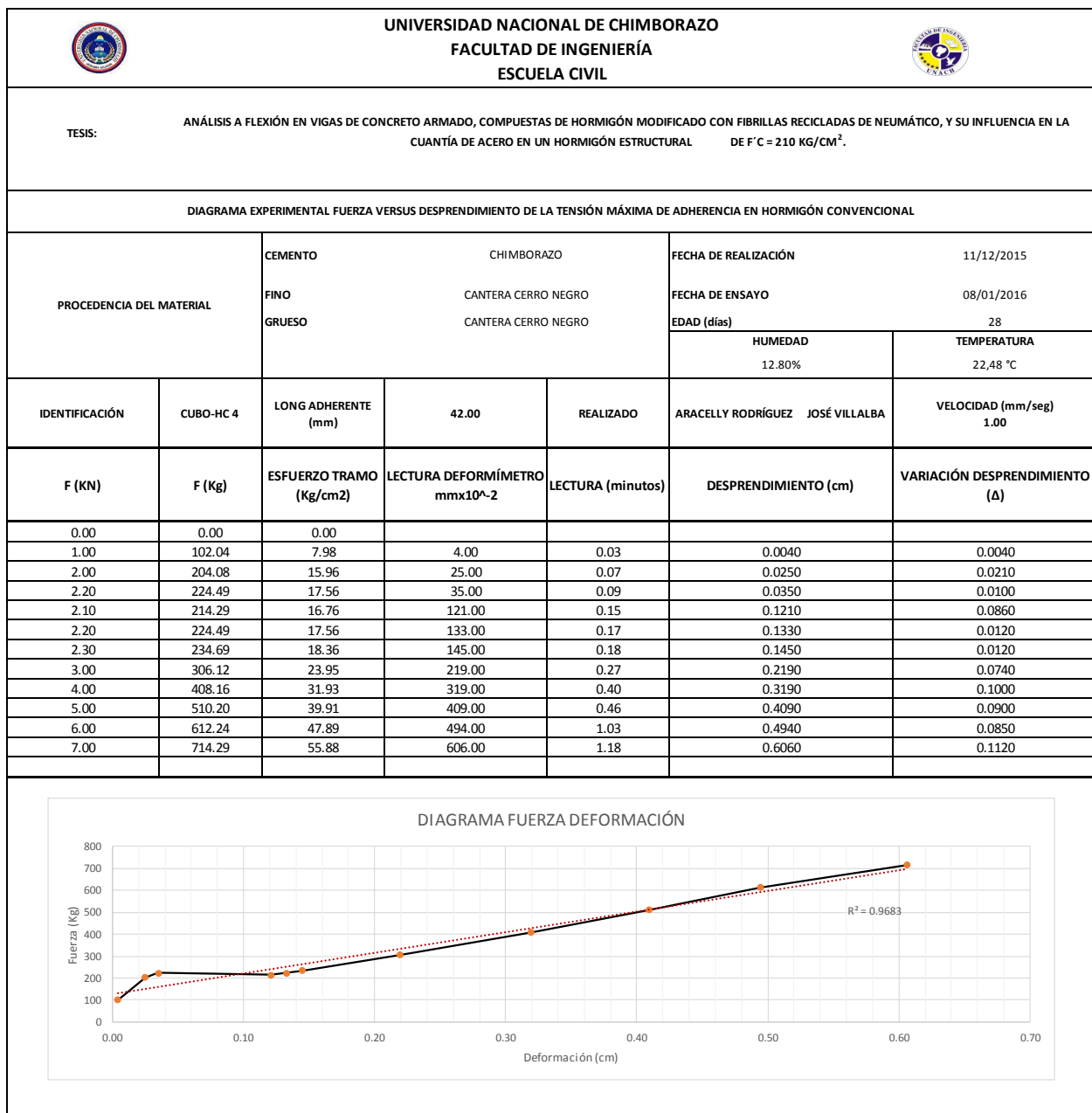


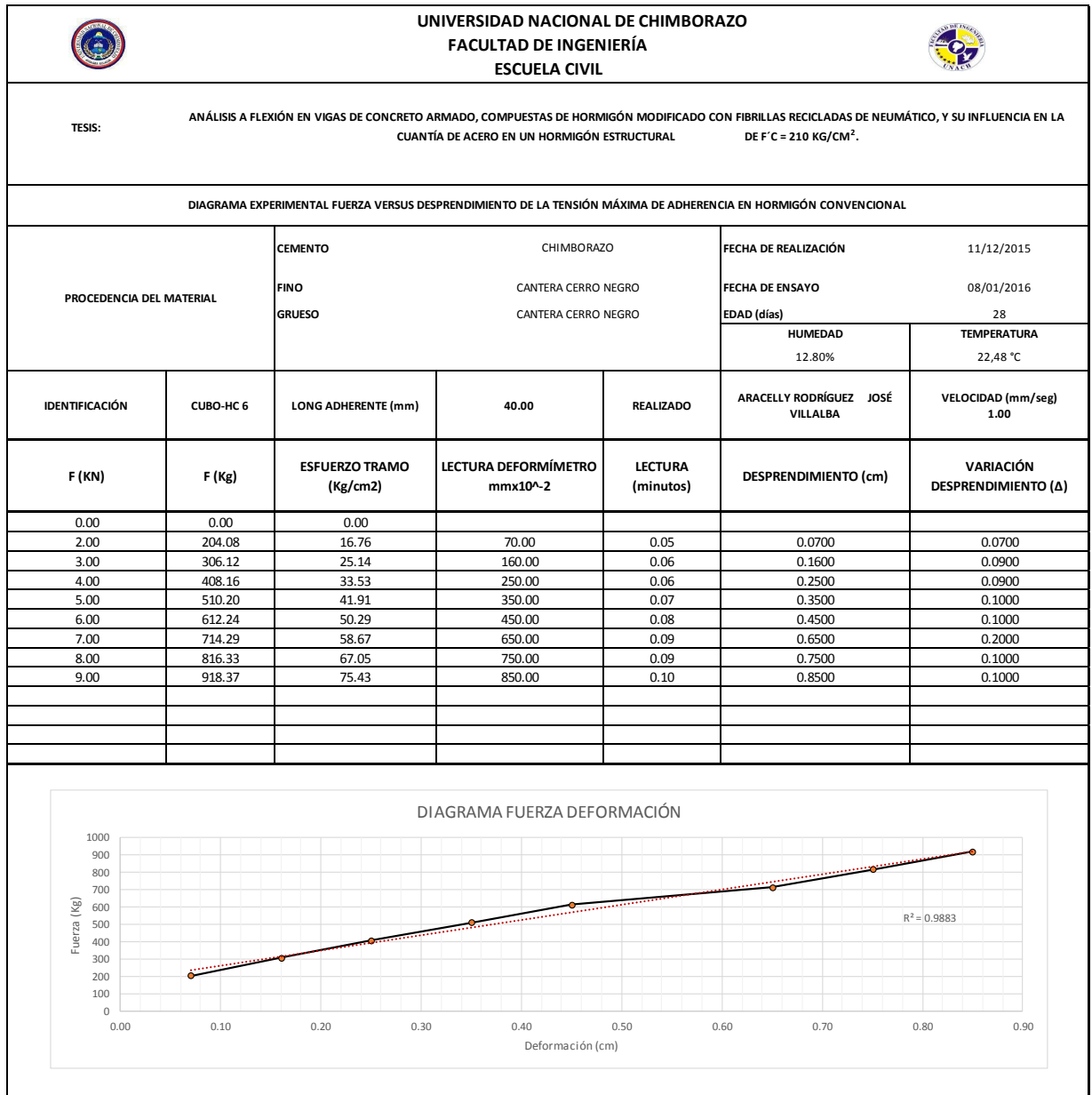
		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA CIVIL				
TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE F' C = 210 KG/CM2.						
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA				DEL HORMIGÓN MODIFICADO CON FRN-4%.		
PROCEDENCIA DEL MATERIAL:	CEMENTO	CHIMBORAZO	FECHA DE REALIZACIÓN	11/12/2015		
	FINO	CANTERA CERRO NEGRO	FECHA DE ENSAYO	08/01/2016		
	GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO	EDAD (días)	28		
	FRN	FACERQUIM S.A	HUMEDAD	12.80%	TEMPERATURA	22,48 °C
NORMA NTU BARL 002-2015			REALIZADO ARACELLY RODRÍGUEZ-JOSÉ VILLALBA			
N°	IDENTIFICACIÓN	CARGA (KN)	TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA (kg/cm2)	Xi-Xm	(Xi-Xm)^2	6 25.24
1	CUBO-HM 1	27.50	192.09	21.11	445.72	
2	CUBO-HM 2	17.71	129.04	-41.93	1758.23	
3	CUBO-HM 3	24.04	196.53	25.56	653.21	
4	CUBO-HM 4	29.12	191.42	20.44	417.90	
5	CUBO-HM 5	25.91	188.83	17.85	318.76	
6	CUBO-HM 6	29.44	197.42	26.44	699.25	
7	CUBO-HM 7	17.95	154.33	-16.65	277.09	
8	CUBO-HM 8	20.15	182.61	11.63	135.26	
9	CUBO-HM 9	19.32	150.65	-20.33	413.26	
10	CUBO-HM 10	24.88	198.58	27.60	761.75	
11	CUBO-HM 12	28.09	181.08	10.10	102.04	
12	CUBO-HM 13	19.42	180.88	9.90	98.10	
13	CUBO-HM 15	28.78	185.56	14.58	212.64	
14	CUBO-HM 17	19.12	139.35	-31.63	1000.19	
15	CUBO-HM 18	19.59	142.76	-28.21	796.08	
16	CUBO-HM 19	17.54	125.10	-45.88	2104.53	
17	CUBO-HM 20	22.87	170.37	-0.61	0.37	
Xm=			170.98		10194.36	

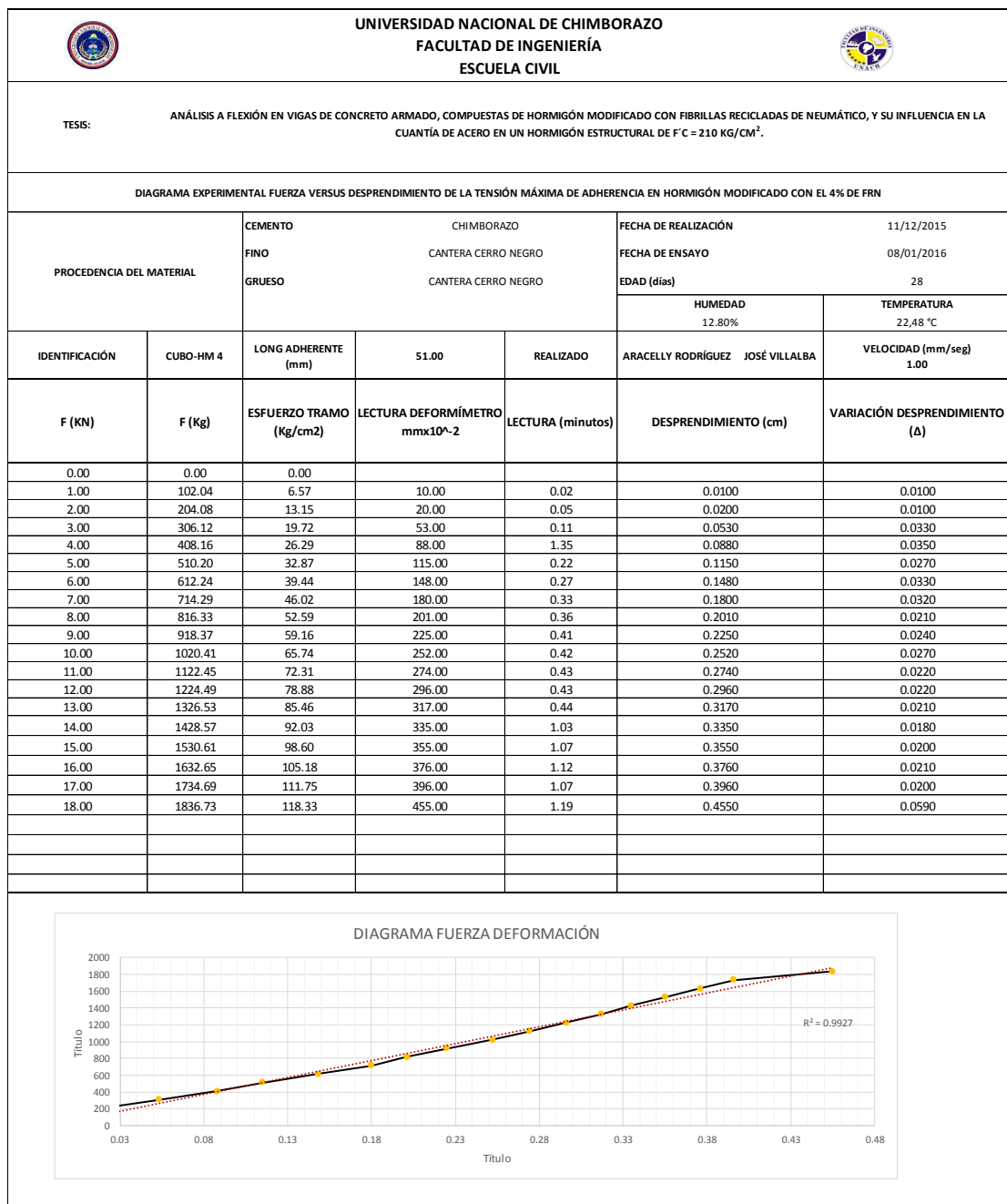


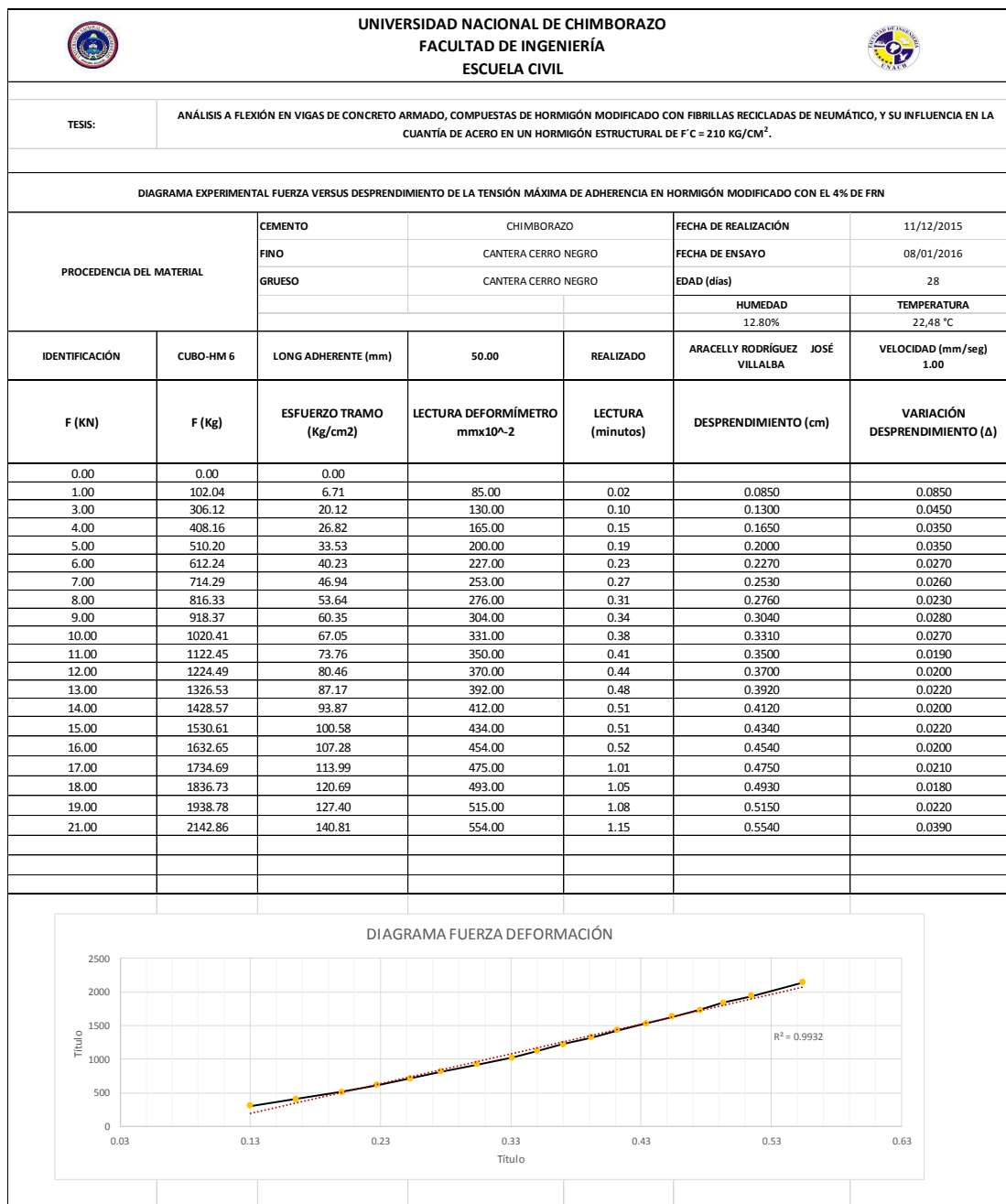
ANEXO L. DIAGRAMA EXPERIMENTAL FUERZA VERSUS DESPRENDIMIENTO DE LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA

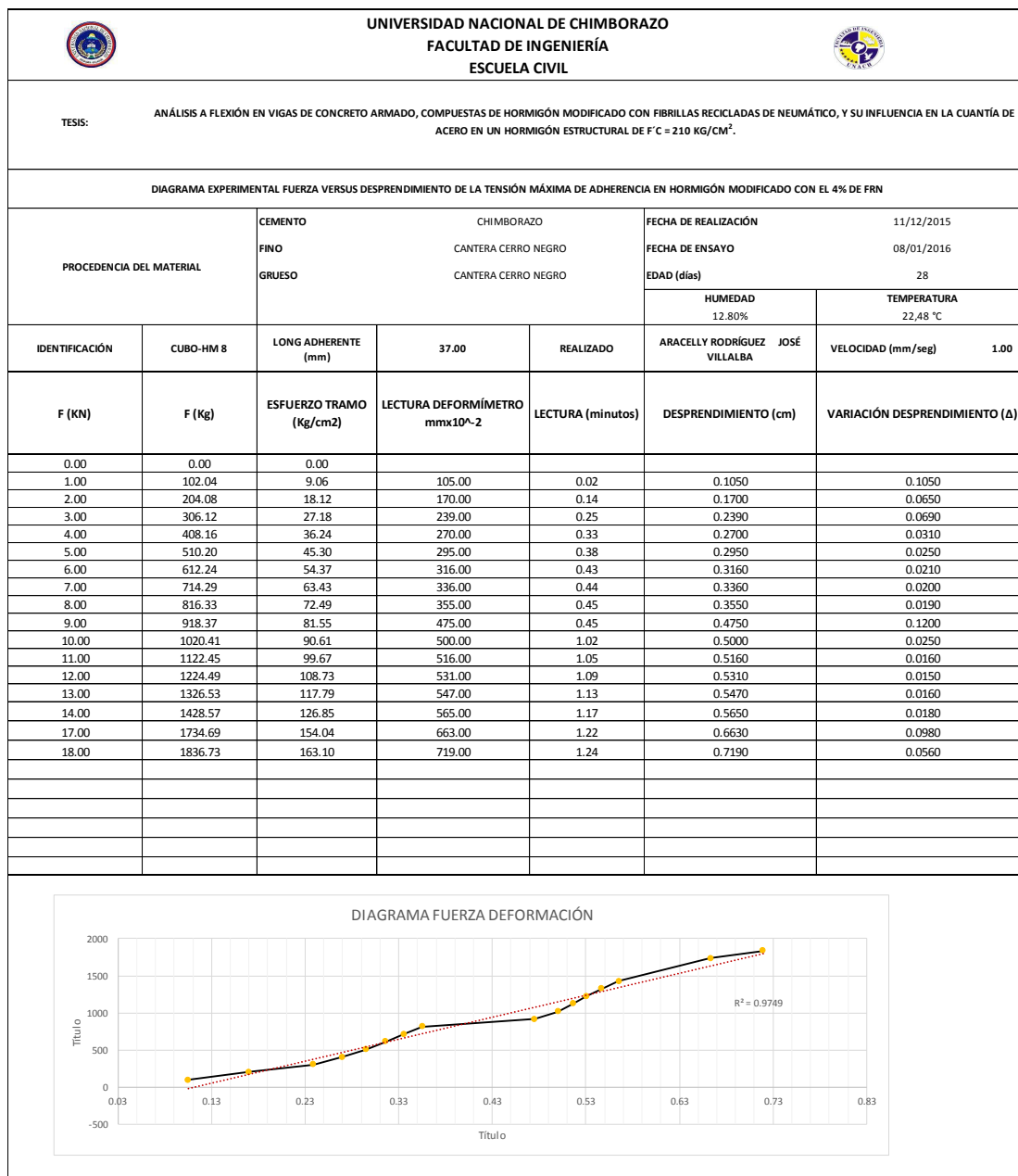


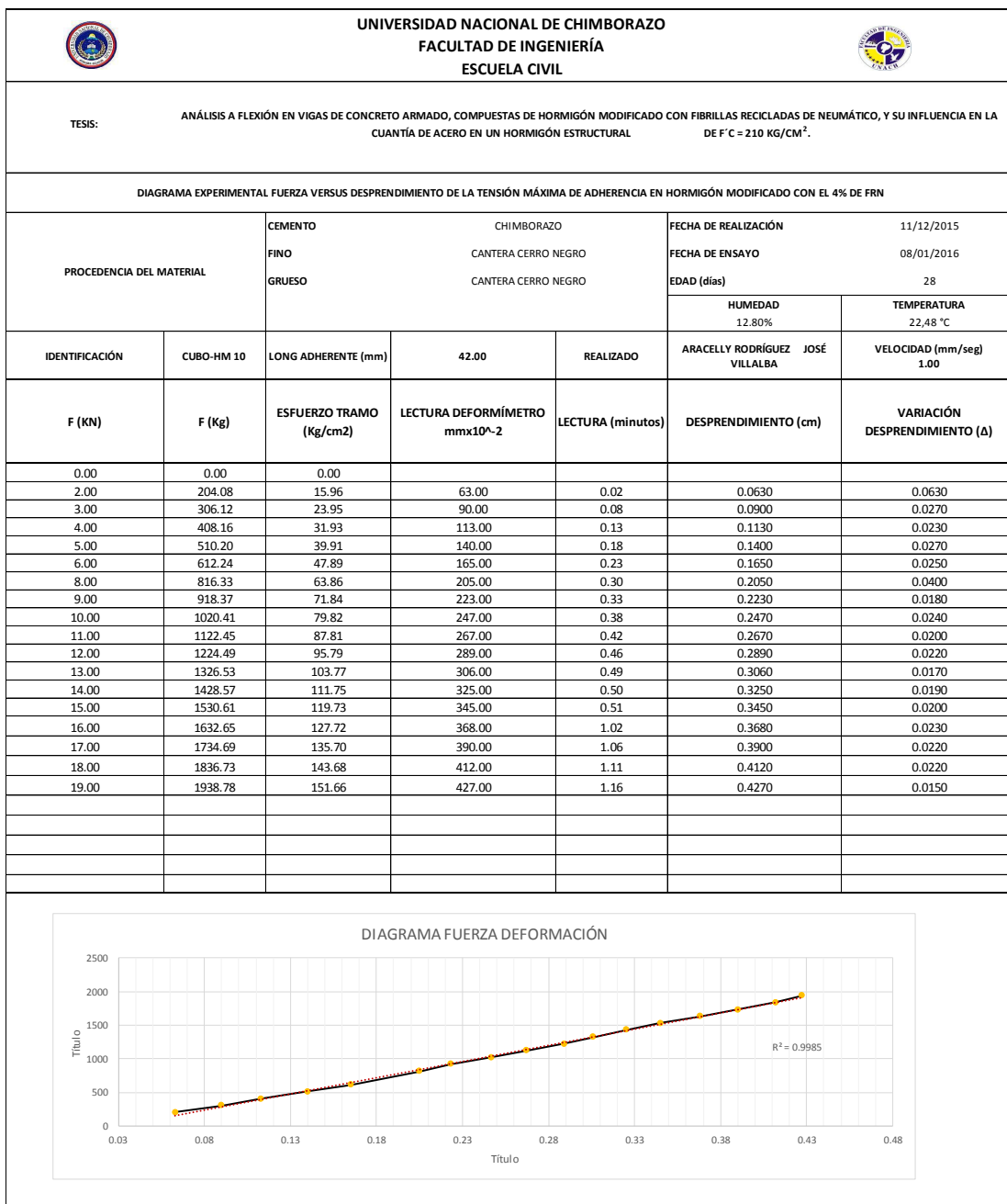














UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA CIVIL



TESIS: ANÁLISIS A FLEXIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO, COMPUESTAS DE HORMIGÓN MODIFICADO CON FIBRILLAS RECICLADAS DE NEUMÁTICO, Y SU INFLUENCIA EN LA CUANTÍA DE ACERO EN UN HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$.

DIAGRAMA EXPERIMENTAL FUERZA VERSUS DESPRENDIMIENTO DE LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA EN HORMIGÓN MODIFICADO CON EL 4% DE FRN

PROCEDENCIA DEL MATERIAL		CEMENTO	CHIMBORAZO	FECHA DE REALIZACIÓN		11/12/2015
		FINO	CANTERA CERRO NEGRO	FECHA DE ENSAYO		08/01/2016
		GRUESO	CANTERA CERRO NEGRO	EDAD (días)		28
				HUMEDAD	TEMPERATURA	
				12.80%	22,48 °C	
IDENTIFICACIÓN	CUBO-HM 15	LONG ADHERENTE (mm)	52.00	REALIZADO	ARACELLY RODRÍGUEZ JOSÉ VILLALBA	VELOCIDAD (mm/seg) 1.00
F (KN)	F (Kg)	ESFUERZO TRAMO (Kg/cm2)	LECTURA DEFORMÍMETRO $\text{mmx}10^{-2}$	LECTURA (minutos)	DESPRENDIMIENTO (cm)	VARIACIÓN DESPRENDIMIENTO (Δ)
0.00	0.00	0.00				
1.70	173.47	10.96	89.00	0.04	0.0890	0.0890
2.00	204.08	12.89	104.00	0.07	0.1040	0.0150
3.00	306.12	19.34	138.00	0.15	0.1380	0.0340
4.00	408.16	25.79	167.00	0.22	0.1670	0.0290
5.00	510.20	32.24	198.00	0.27	0.1980	0.0310
6.00	612.24	38.68	225.00	0.32	0.2250	0.0270
7.00	714.29	45.13	246.00	0.37	0.2460	0.0210
8.00	816.33	51.58	267.00	0.42	0.2670	0.0210
9.00	918.37	58.03	287.00	0.46	0.2870	0.0200
11.00	1122.45	70.92	310.00	0.48	0.3100	0.0230
12.00	1224.49	77.37	323.00	0.48	0.3230	0.0130
13.00	1326.53	83.81	337.00	0.48	0.3370	0.0140
14.00	1428.57	90.26	351.00	1.04	0.3510	0.0140
16.00	1632.65	103.16	373.00	1.10	0.3730	0.0220
17.00	1734.69	109.60	387.00	1.14	0.3870	0.0140
18.00	1836.73	116.05	402.00	1.18	0.4020	0.0150
19.00	1938.78	122.50	439.00	1.20	0.4390	0.0370
22.00	2244.90	141.84	479.00	1.22	0.4790	0.0400

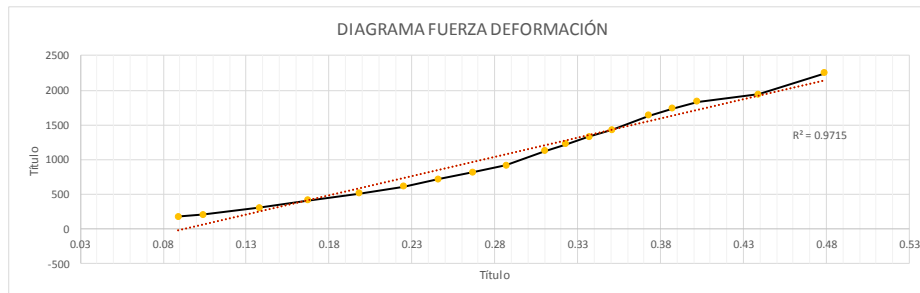




DIAGRAMA EXPERIMENTAL FUERZA VERSUS DESPRENDIMIENTO DE LA TENSIÓN MÁXIMA DE ADHERENCIA EN HORMIGÓN MODIFICADO CON EL 4% DE FRN

[illegible]