



Universidad  
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Influencia de las fibras sintéticas de rafia en la resistencia a la compresión del concreto y fisuración por contracción plástica, en losas aligeradas de  $f'c = 210, 245, 280 \text{ kg/cm}^2$  – Huancayo - 2017**

para optar el Título Profesional de  
Ingeniera Civil

**Candy Evelin Córdova Aquino**

Huancayo, 2018



Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

**ASESOR:**

Ing. Julio Buyu Nakandakare Santana

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres y hermana por su constante apoyo a lo largo de mi formación profesional. A todos los docentes de la Universidad Continental que forjaron en mí el ímpetu y las ganas de superación en mi desarrollo académico.

## **DEDICATORIA**

A Dios, a mis padres y hermana, quienes representan el motivo primordial para alcanzar mis metas académicas y profesionales.

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>III</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>IV</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XXIII</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XXIV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>XXV</b>

### **CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

1.1. Planteamiento Y Formulación Del Problema .....	27
1.1.1. Delimitación Del Problema.....	30
1.1.1.1. Espacial .....	30
1.1.1.2. Temporal .....	30
1.1.1.3. Conceptual .....	31
1.1.2. Formulación Del Problema .....	31
1.2. Objetivos.....	32
1.3. Justificación e Importancia .....	33
1.4. Hipótesis Y Descripción De Variables .....	34
1.4.1. Descripción De Variables .....	35
1.4.1.1. Variable Independiente .....	35
1.4.1.2. Variable Dependiente.....	35

### **CAPÍTULO II MARCO TEORICO**

2.1. Antecedentes Del Problema.....	36
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	36
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	37
2.1.3. Antecedente Regional .....	39
2.2. Base Teórica .....	40
2.2.1. Concreto .....	40
2.2.1.1. Requisitos Del Concreto .....	42
2.2.1.2. Requisitos De Las Mezclas .....	42
2.2.2. Componentes Del Concreto .....	43
2.2.2.1. El Cemento.....	43
2.2.2.2. Los Agregados .....	54
2.2.2.3. El Agua .....	75
2.2.2.4. Aditivos.....	76
2.2.2.5. Adiciones .....	80
2.2.2.6. La Fibra.....	81
2.2.2.7. Propiedades Del Concreto.....	93

2.2.2.8. Diseño De Mezcla.....	99
2.2.2.9. Fisuración Por Contracción Plástica .....	103
2.2.2.10. Proceso De Mezclado Del Concreto .....	109
2.2.2.11. Tipos De Fallas En Testigos De Concreto .....	110
2.2.2.12. Losas .....	110

### **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

3.1. Método, y Alcance de la Investigación.....	113
3.1.1. Enfoque De La Investigación.....	113
3.1.2. Método De La Investigación.....	114
3.1.3. Tipo De Investigación.....	114
3.1.3.1. Según Su Finalidad .....	114
3.1.3.2. Según Su Profundidad U Objeto.....	114
3.1.4. Nivel de la Investigación .....	114
3.2. Diseño De La Investigación.....	115
3.3. Población Y Muestra .....	118
3.3.1. Población.....	118
3.3.2. Muestra .....	118
3.4. Técnicas E Instrumentos De Recolección .....	119
3.4.1. Instrumentos De Recolección De Datos .....	119
3.4.2. Recolección De Datos .....	119
3.4.2.1. Trabajo Experimental.....	119
3.4.2.2. Ensayos Realizados.....	120
A. Extracción y Preparación de las Muestras .....	121
B. Reducción de las muestras a tamaño de ensayo de los agregados .....	122
C. Contenido de humedad de los agregados.....	123
D. Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso .....	124
E. Peso Unitario Suelto del Agregado Fino.....	125
F. Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso.....	126
G. Peso Unitario Compactado del Agregado Fino .....	127
H. Análisis Granulométrico por Tamizado para el Agregado Grueso.....	128
I. Análisis Granulométrico por Tamizado para el Agregado Fino .	129
J. Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso .....	130
K. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino .....	131
L. Asentamiento del concreto .....	132
M. Elaboración y curado de testigos de concreto en Laboratorio ..	133
N. Contenido de Aire en el Concreto Fresco – Método presión.....	134
O. Exudación del Concreto.....	135
P. Peso Unitario - rendimiento del concreto.....	136
Q. Tiempo de Fragua del Concreto.....	137
R. Resistencia a la compresión del Concreto en Testigos .....	138
S. Preparación de las fibras sintéticas de rafia para la investigación .....	139
T. Control de las fisuras por contracción plástica.....	140

## CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultado del tratamiento y análisis de la información .....	141
4.1.1. Resultados de ensayos en laboratorio .....	141
4.1.1.1. Caracterización de los Agregados.....	142
4.1.1.2. Ensayo Granulométrico de los Agregados.....	142
4.1.1.2.1. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso .....	142
4.1.1.2.2. Análisis Granulométrico del Agregado Fino .....	145
4.1.1.2.3. Análisis Granulométrico del Agregado Global.....	148
4.1.1.3. Diseño de Mezcla utilizando el Método Global .....	149
4.1.1.4. Ensayos en Estado fresco del Concreto .....	160
4.1.1.4.1. Asentamiento del Concreto.....	160
4.1.1.4.2. Exudación del Concreto .....	167
4.1.1.4.3. Peso Unitario del Concreto .....	173
4.1.1.4.4. Rendimiento del Concreto .....	179
4.1.1.4.5. Contenido de Aire del Concreto .....	186
4.1.1.4.6. Tiempo de Fragua del Concreto.....	192
4.1.1.5. Resultados de Ensayos realizados en estado endurecido del Concreto .....	205
4.1.1.5.1. Resistencia a la Compresión del Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .....	205
4.1.1.5.2. Resistencia a la Compresión del Concreto $f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2$ .....	225
4.1.1.5.3. Resistencia a la Compresión del Concreto $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ .....	245
4.1.1.6. Resultados de Ensayos realizado en estado plástico del Concreto .....	271
4.1.1.6.1. Control de fisuras en losas aligeradas con la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ SIN FIBRA .....	271
4.1.1.6.2. Control de fisuras en losas aligeradas con la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ L2-D1 .....	272
4.1.1.6.3. Control de fisuras en losas aligeradas con la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2$ SIN FIBRA .....	273
4.1.1.6.4. Control de fisuras en losas aligeradas con la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2$ L1-D2 .....	274
4.1.1.6.5. Control de fisuras en losas aligeradas con la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ SIN FIBRA .....	275
4.1.1.6.6. Control de fisuras en losas aligeradas con la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ CON FIBRA .....	276
4.1.2. Estadística Descriptiva.....	277
4.1.3. Prueba de normalidad para poblaciones de la investigación .....	282
4.1.4. Prueba de homogeneidad de varianzas para las poblaciones de la investigación .....	286
4.2. Prueba de Hipótesis .....	287
4.2.1. Hipótesis General.....	287
4.2.1.1. Prueba de hipótesis a dimensión resistencia .....	288
4.2.1.2. Prueba de Hipótesis a dimensión fisura .....	289
4.2.2. Prueba de hipótesis específicas .....	291
4.3. Discusión de resultados .....	307

<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>309</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>311</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>312</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>315</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos químicos de los óxidos del cemento Portland Tipo I.....	49
Tabla 2. Composición química y finura de los componentes principales del cemento. ....	50
Tabla 3. Clasificación de los agregados según su tamaño. ....	55
Tabla 4. Clasificación de los agregados según su densidad.....	56
Tabla 5. Reacción Álcali- Sílice en los agregados.....	68
Tabla 6. Reacción Álcali- Sílice en los agregados.....	69
Tabla 7. Requisitos granulométricos del agregado fino.....	72
Tabla 8. Requisitos granulométricos del agregado grueso. ....	74
Tabla 9. Límites permisibles.....	75
Tabla 10. Consistencia, Asentamiento y tolerancia del concreto fresco.....	94
Tabla 11. Resistencia estimada a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra .....	102
Tabla 12. Slump acorde al tipo de estructura .....	102
Tabla 13. Selección del contenido de aire atrapado.....	102
Tabla 14. Selección del contenido de aire incorporado .....	103
Tabla 15. Selección a/c por resistencia .....	103
Tabla 16. Selección a/c por resistencia .....	107
Tabla 17. Estructuración de la Investigación .....	117
Tabla 18. Combinaciones de mezcla (Longitud de rafia– Dosis de rafia).....	120
Tabla 19. Combinaciones de los diseños de mezcla de la investigación ( $f^c$ – Longitud de rafia – Dosis de rafia).....	142
Tabla 20. Características Físicas de los Agregados .....	142
Tabla 21. Granulometría del Agregado Grueso .....	143
Tabla 22. Granulometría del Agregado Fino .....	145
Tabla 23. Granulometría del Agregado Global.....	148
Tabla 24. Diseño de mezcla para $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA.....	150
Tabla 25. Diseño de mezcla para $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1-D1 .....	150
Tabla 26. Diseño de mezcla para $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1-D2 .....	150
Tabla 27. Diseño de mezcla para $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1-D3 .....	151
Tabla 28. Diseño de mezcla para $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2-D1 .....	151
Tabla 29. Diseño de mezcla para $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2-D2 .....	151
Tabla 30. Diseño de mezcla para $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2-D3 .....	152
Tabla 31. Diseño de mezcla para $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3-D1.....	152
Tabla 32. Diseño de mezcla para $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3-D2.....	152
Tabla 33. Diseño de mezcla para $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3-D3 .....	153
Tabla 34. Diseño de mezcla para $f^c = 245 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA.....	153
Tabla 35. Diseño de mezcla para $f^c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1-D1 .....	153
Tabla 36. Diseño de mezcla para $f^c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1 – D2.....	154
Tabla 37. Diseño de mezcla para $f^c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1 – D3.....	154

Tabla 38. Diseño de mezcla para $f^c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2 – D1 .....	154
Tabla 39. Diseño de mezcla para $f^c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2 – D2 .....	155
Tabla 40. Diseño de mezcla para $f^c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2 – D3 .....	155
Tabla 41. Diseño de mezcla para $f^c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L3 – D1 .....	155
Tabla 42. Diseño de mezcla para $f^c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L3 – D2 .....	156
Tabla 43. Diseño de mezcla para $f^c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L3 – D3 .....	156
Tabla 44. Diseño de mezcla para $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA .....	156
Tabla 45. Diseño de mezcla para $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1 – D1 .....	157
Tabla 46. Diseño de mezcla para $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1 – D2 .....	157
Tabla 47. Diseño de mezcla para $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1 – D3 .....	157
Tabla 48. Diseño de mezcla para $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2 – D1 .....	158
Tabla 49. Diseño de mezcla para $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2 – D2 .....	158
Tabla 50. Diseño de mezcla para $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2 – D3 .....	158
Tabla 51. Diseño de mezcla para $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3 – D1 .....	159
Tabla 52. Diseño de mezcla para $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3 – D2 .....	159
Tabla 53. Diseño de mezcla para $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3 – D3 .....	159
Tabla 54. Asentamiento del Concreto para todas las combinaciones de mezcla .....	161
Tabla 55. Exudación del concreto .....	167
Tabla 56. Peso Unitario del concreto .....	173
Tabla 57. Rendimiento del concreto para todas las combinaciones de mezcla. ....	179
Tabla 58. Contenido de aire atrapado de todas las combinaciones de mezcla. ....	186
Tabla 59. Tiempo de fragua inicial de todas las combinaciones de mezcla. ....	192
Tabla 60. Tiempo de fragua Final de todas las combinaciones de mezcla. ....	199
Tabla 61. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA .....	205
Tabla 62. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA. ....	206
Tabla 63. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1-D1 .....	207
Tabla 64. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1-D1. ....	208
Tabla 65. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1-D2 .....	209
Tabla 66. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1-D2.....	210
Tabla 67. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1-D3 .....	211
Tabla 68. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1-D3.....	212

Tabla 69. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2-D1.....	213
Tabla 70. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2-D1.....	214
Tabla 71. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2-D2.....	215
Tabla 72. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2-D2.....	216
Tabla 73. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2-D3.....	217
Tabla 74. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2-D3.....	218
Tabla 75. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3-D1.....	219
Tabla 76. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3-D1.....	220
Tabla 77. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3-D2.....	221
Tabla 78. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3-D2.....	222
Tabla 79. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ L3-D3.....	223
Tabla 80. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3-D3.....	224
Tabla 81. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA.....	225
Tabla 82. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA.....	226
Tabla 83. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1-D1.....	227
Tabla 84. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1-D1.....	228
Tabla 85. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1-D2.....	229

Tabla 86. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1-D2. ....	230
Tabla 87. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1-D3. ....	231
Tabla 88. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1-D3. ....	232
Tabla 89. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2-D1. ....	233
Tabla 90. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2-D1. ....	234
Tabla 91. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2-D2. ....	235
Tabla 92. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2-D2. ....	236
Tabla 93. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2-D3. ....	237
Tabla 94. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2-D3. ....	238
Tabla 95. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L3-D1. ....	239
Tabla 96. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L3-D1. ....	240
Tabla 97. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L3-D2. ....	241
Tabla 98. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L3-D2. ....	242
Tabla 99. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L3-D3. ....	243
Tabla 100. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L3-D3. ....	244
Tabla 101. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA. ....	245
Tabla 102. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA. ....	246

Tabla 103. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1-D1.....	247
Tabla 104. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1-D1.....	248
Tabla 105. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1-D2.....	249
Tabla 106. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1-D2.....	250
Tabla 107. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ L1-D3.....	251
Tabla 108. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1-D3.....	252
Tabla 109. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2-D1.....	253
Tabla 110. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2-D1.....	254
Tabla 111. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2-D2.....	255
Tabla 112. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2-D2.....	256
Tabla 113. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2-D3.....	257
Tabla 114. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2-D3.....	258
Tabla 115. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3-D1.....	259
Tabla 116. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3-D1.....	260
Tabla 117. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3-D2.....	261
Tabla 118. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3-D2.....	262
Tabla 119. Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3-D3.....	263

Tabla 120. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3-D3. ....	264
Tabla 121. Resultado del control de fisura realizados a la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA .....	271
Tabla 122. Resultado del control de fisura realizados a la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2-D1 .....	272
Tabla 123. Resultado del control de fisura realizados a la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA .....	273
Tabla 124. Resultado del control de fisura realizados a la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1-D2.....	274
Tabla 125. Resultado del control de fisura realizados a la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA .....	275
Tabla 126. Resultado del control de fisura realizados a la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3-D1 .....	276
Tabla 127. Prueba de normalidad de resistencia al concreto de Hipótesis general .....	282
Tabla 128. Prueba de normalidad fisura de Hipótesis general.....	283
Tabla 129. Prueba de normalidad para las poblaciones de resistencia por combinación $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	284
Tabla 130. Prueba de normalidad para las poblaciones de resistencia por combinación $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .....	285
Tabla 131. Prueba de normalidad para las poblaciones de resistencia por combinación $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	285
Tabla 132. Prueba de homogeneidad de varianzas para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	286
Tabla 133. Prueba de homogeneidad de varianzas para $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .....	287
Tabla 134. Prueba de homogeneidad de varianzas para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	287
Tabla 135. Prueba de muestra única para $f'c = 210, 245$ y $280 \text{ kg/cm}^2$ .....	288
Tabla 136. Estadísticos de prueba para $f'c = 210, 245$ y $280 \text{ kg/cm}^2$ para espesores de fisuras ocasionadas por contracción plástica .....	289
Tabla 137. Estadísticos de prueba para $f'c = 210, 245$ y $280 \text{ kg/cm}^2$ para longitud de fisuras ocasionadas por contracción plástica .....	290
Tabla 138. Prueba de muestra única $f'c = 210, 245$ y $280 \text{ kg/cm}^2$ .....	292
Tabla 139. Prueba Anova $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	293
Tabla 140. Resumen estadístico para combinaciones de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	293
Tabla 141. Comparaciones múltiples para combinaciones de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	294
Tabla 142. Prueba de muestra única $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .....	295
Tabla 143. Prueba Anova $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .....	296
Tabla 144. Resumen estadístico para combinaciones de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .....	296
Tabla 145. Comparaciones múltiples para combinaciones de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .....	297
Tabla 146. Prueba única $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	298
Tabla 147. Prueba Anova $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	299
Tabla 148..Resumen estadístico para combinaciones de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	299
Tabla 149. Comparaciones múltiples para combinaciones de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	300

Tabla 150. Estadístico de prueba para espesores de fisuras ocasionadas por contracción plástica en las combinaciones de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	301
Tabla 151. Estadístico de prueba para longitudes de fisuras ocasionadas por contracción plástica en las combinaciones de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	302
Tabla 152. Estadístico de prueba para espesores de fisuras ocasionadas por contracción plástica en las combinaciones de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .....	303
Tabla 153. Estadístico de prueba para longitudes de fisuras ocasionadas por contracción plástica en las combinaciones de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .....	304
Tabla 154. Estadístico de prueba para espesores de fisuras ocasionadas por contracción plástica en las combinaciones de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	305
Tabla 155. Estadístico de prueba para longitudes de fisuras ocasionadas por contracción plástica en las combinaciones de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	306

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Huso Granulométrico del Agregado Grueso – Huso 6 .....	144
Gráfica 2. Huso Granulométrico del Agregado Grueso – Huso 67 .....	144
Gráfica 3. Huso Granulométrico del Agregado Fino– Huso Tipo C .....	146
Gráfica 4. Huso Granulométrico del Agregado Fino– Huso Tipo M .....	146
Gráfica 5. Huso Granulométrico del Agregado Fino– Huso Tipo F.....	147
Gráfica 6. Huso Granulométrico del Agregado Global– Huso Tipo G .....	149
Gráfica 7. Asentamiento del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 1.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . .....	162
Gráfica 8. Asentamiento del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 2.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . .....	162
Gráfica 9. Asentamiento del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 3.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . .....	163
Gráfica 10. Asentamiento del Concreto utilizando sólo 0.7 kg/m <sup>3</sup> de fibra de rafia teniendo como variante las longitudes de fibra de rafia de 3.5, 2.5 y 1.5 cm.....	163
Gráfica 11. Asentamiento del Concreto utilizando sólo 1.4 kg/m <sup>3</sup> de fibra de rafia teniendo como variante las longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.....	164
Gráfica 12. Asentamiento del Concreto utilizando sólo 2.0 kg/m <sup>3</sup> de fibra de rafia teniendo como variante las longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.....	164
Gráfica 13. Valor porcentual obtenido del Ensayo de Asentamiento del Concreto para todas las combinaciones de mezcla de la Investigación .....	165
Gráfica 14. Variación porcentual del Ensayo de Asentamiento del Concreto para todas las combinaciones de mezcla de la Investigación .....	165
Gráfica 15. Asentamiento para todas las combinaciones de mezcla del concreto.....	166
Gráfica 16. Exudación del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 1.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . .....	168
Gráfica 17. Exudación del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 2.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . .....	168
Gráfica 18. Exudación del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 3.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . .....	169
Gráfica 19. Exudación del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 0.7 kg/m <sup>3</sup> y variando las longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm. ....	169
Gráfica 20. Exudación del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 1.4 kg/m <sup>3</sup> y variando las longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm. ....	170
Gráfica 21. Exudación del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 2.0 kg/m <sup>3</sup> y variando las longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm. ....	170
Gráfica 22. Exudación para todas las combinaciones de mezcla del concreto.....	171
Gráfica 23. Valor porcentual obtenido del Ensayo de Exudación del Concreto para todas las combinaciones de mezcla de la Investigación .....	172
Gráfica 24. Variación porcentual del Ensayo de Exudación del Concreto para todas las combinaciones de mezcla de la Investigación .....	172
Gráfica 25. Peso Unitario del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 1.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . .....	174

Gráfica 26. Peso Unitario del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 2.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . .....	174
Gráfica 27. Peso Unitario del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 3.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . .....	175
Gráfica 28. Peso Unitario del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 0.7 kg/m <sup>3</sup> teniendo como variante las longitudes de fibra de 1.5, 2.5 y 3.5 cm. ....	175
Gráfica 29. Peso Unitario del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 1.4 kg/m <sup>3</sup> teniendo como variante las longitudes de fibra de 1.5, 2.5 y 3.5 cm. ....	176
Gráfica 30. Peso Unitario del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 2.0 kg/m <sup>3</sup> teniendo como variante las longitudes de fibra de 1.5, 2.5 y 3.5 cm. ....	176
Gráfica 31. Resultado de los ensayos de Peso Unitario de todas las combinaciones de mezcla.....	177
Gráfica 32. Valor porcentual obtenido Peso Unitario del Concreto para todas las combinaciones de mezcla de la Investigación .....	177
Gráfica 33. Variación porcentual del Ensayo de Peso Unitario del Concreto para todas las combinaciones de mezcla de la Investigación .....	178
Gráfica 34. Rendimiento del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 1.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . .....	181
Gráfica 35. Rendimiento del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 2.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . .....	181
Gráfica 36. Rendimiento del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 3.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . .....	182
Gráfica 37. Rendimiento del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 0.7 kg/m <sup>3</sup> y variando las Longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.....	182
Gráfica 38. Rendimiento del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 1.4 kg/m <sup>3</sup> y variando las Longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.....	183
Gráfica 39. Rendimiento del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 2.0 kg/m <sup>3</sup> y variando las Longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.....	183
Gráfica 40. Resultados de los Ensayos de Rendimiento de todas las combinaciones de Mezcla de la Investigación.....	184
Gráfica 41. Valor porcentual obtenido Rendimiento del Concreto para todas las combinaciones de mezcla de la Investigación .....	184
Gráfica 42. Variación porcentual del Ensayo de Rendimiento del Concreto para todas las combinaciones de mezcla de la Investigación .....	185
Gráfica 43. Aire atrapado del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 1.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . .....	187
Gráfica 44. Aire atrapado del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 2.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . .....	187
Gráfica 45. Aire atrapado del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 3.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . .....	188
Gráfica 46. Aire atrapado del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 0.7 kg/m <sup>3</sup> y variando las longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm. ....	188
Gráfica 47. Aire atrapado del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 1.4 kg/m <sup>3</sup> y variando las longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm. ....	189

Gráfica 48. Aire atrapado del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 2.0 kg/m <sup>3</sup> y variando las longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm. ....	189
Gráfica 49. Resulto del Ensayo de Contenido de Aire atrapado para todas las combinaciones de mezcla de la investigación.....	190
Gráfica 50. Resulto del Ensayo de Contenido de Aire atrapado para todas las combinaciones de mezcla de la investigación.....	190
Gráfica 51. Variación porcentual del Ensayo de Contenido de Aire atrapado para todas las combinaciones de mezcla de la investigación .....	191
Gráfica 52. Tiempo de Fragua Inicial del Concreto en todas sus combinaciones de mezcla. ....	193
Gráfica 53. Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 1.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . ...	193
Gráfica 54. Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 2.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . ...	194
Gráfica 55. Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 3.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . ...	194
Gráfica 56. Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 1.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . ...	195
Gráfica 57. Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 2.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . ...	195
Gráfica 58. Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 3.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . ...	196
Gráfica 59. Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 0.7 kg/m <sup>3</sup> y variando las longitudes de fibra de 1.5, 2.5 y 3.5 cm. ....	196
Gráfica 60. Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 1.4 kg/m <sup>3</sup> y variando las longitudes de fibra de 1.5, 2.5 y 3.5 cm. ....	197
Gráfica 61. Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 2.0 kg/m <sup>3</sup> y variando las longitudes de fibra de 1.5, 2.5 y 3.5 cm. ....	197
Gráfica 62. Valor porcentual del Ensayo de Tiempo de Fragua Inicial en el Concreto en todas las combinaciones de mezcla.....	198
Gráfica 63. Variación porcentual del Ensayo de Tiempo de Fragua Inicial en el Concreto en todas las combinaciones de mezcla.....	198
Gráfica 64. Tiempo de Fragua Final del Concreto en todas sus combinaciones de mezcla. .	200
Gráfica 65. Tiempo de fragua final del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 1.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . ....	200
Gráfica 66. Tiempo de fragua final del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 2.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . ....	201
Gráfica 67. Tiempo de fragua final del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 3.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m <sup>3</sup> . ....	201
Gráfica 68. Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 0.7 kg/m <sup>3</sup> . y variando las longitudes de fibra de 1.5, 2.5 y 3.5 cm. ....	202
Gráfica 69. Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 1.4 kg/m <sup>3</sup> . y variando las longitudes de fibra de 1.5, 2.5 y 3.5 cm. ....	202

Gráfica 70. Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 2.0 kg/m <sup>3</sup> .y variando las longitudes de fibra de 1.5, 2.5 y 3.5 cm. ....	203
Gráfica 71. Valor porcentual del Ensayo de Tiempo de Fragua Final en el Concreto en todas las combinaciones de mezcla.....	203
Gráfica 72. Variación porcentual del Ensayo de Tiempo de Fragua Final en el Concreto en todas las combinaciones de mezcla.....	204
Gráfica 73. Análisis de los resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión (Rotura de Probetas) de todas las combinaciones de mezcla f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> ..	265
Gráfica 74. Análisis de los resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión (Rotura de Probetas) de todas las combinaciones de mezcla f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> ..	266
Gráfica 75. Análisis de los resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión (Rotura de Probetas) de todas las combinaciones de mezcla f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> ..	267
Gráfica 76. Análisis de los resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión (Rotura de Probetas) de todas las combinaciones de mezcla f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> ..	268
Gráfica 77. Análisis de los resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión (Rotura de Probetas) de todas las combinaciones de mezcla f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> ..	269
Gráfica 78. Análisis de los resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión (Rotura de Probetas) de todas las combinaciones de mezcla f'c = 280 Kg/cm <sup>2</sup> .	270
Gráfica 79. Análisis de la resistencia media para combinaciones de mezcla f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	277
Gráfica 80. Análisis de la resistencia media para combinaciones de mezcla f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> .....	278
Gráfica 81. Análisis de la resistencia media para combinaciones de mezcla f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> . ....	278
Gráfica 82. Análisis de la longitud media de la fisuración por contracción plástica para combinaciones de mezcla f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	279
Gráfica 83. Análisis de espesor medio de las fisuras por contracción plástica para combinaciones de mezcla f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	279
Gráfica 84. Análisis de la longitud media de las fisuras por contracción plástica para combinaciones de mezcla f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> .....	280
Gráfica 85. Análisis de espesor medio de las fisuras por contracción plástica para combinaciones de mezcla f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> .....	280
Gráfica 86. Análisis de la longitud media de las fisuras por contracción plástica para combinaciones de mezcla f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	281
Gráfica 87. Análisis de espesor medio de las fisuras por contracción plástica para combinaciones de mezcla f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	281

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. El concreto .....	41
Figura 2. Componentes del concreto en porcentajes. ....	41
Figura 3. Proceso de fabricación del cemento Portland.....	43
Figura 4. Composición del Cemento Portland.....	45
Figura 5. Tipos de cemento.....	47
Figura 6. Estado de Saturación de los agregados.....	61
Figura 7. Uso de fibra de vidrio en los paneles de la fachada. ....	85
Figura 8. Fibra sintética de polipropileno. ....	86
Figura 9. Macrofibra .....	88
Figura 10. Tipos de fibra de polipropileno .....	89
Figura 11. Relación en el Denier y el Diámetro equivalente de la fibra.....	91
Figura 12. Deformación vs Esfuerzo del concreto.....	96
Figura 13. Deformación unitaria vs Esfuerzo del concreto aplicado a testigos de concreto de 6 pulg x 12 pulg.....	96
Figura 14. Presencia de fisuras en losas aligerada con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sin el uso de fibras .....	105
Figura 15. Presencia de fisuras en losas aligerada con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con el uso de fibras sintéticas de rafia. ....	105
Figura 16. La contracción plástica en pastas, morteros y hormigones. ....	106
Figura 17. Control de fisuras en losa aligerada con $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ sin el uso de fibras....	107
Figura 18. Control de fisuras en losa aligerada con $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ con el uso de fibras sintéticas de rafia.....	108
Figura 19. Pacómetro .....	108
Figura 20. Tipos de fractura en los testigos de concreto.....	110
Figura 21. Esquema de una losa aligerada.....	112
Figura 22. Proceso cuantitativo de la investigación.....	113
Figura 23. Diseño de la investigación.....	115
Figura 24. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA.....	206
Figura 25. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1-D1 .....	208
Figura 26. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1-D2 .....	210
Figura 27. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1-D3 .....	212
Figura 28. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2-D1 .....	214

Figura 29. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ L2-D2. ....	216
Figura 30. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2-D3 .....	218
Figura 31. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3-D1. ....	220
Figura 32. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3-D2. ....	222
Figura 33. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3-D3. ....	224
Figura 34. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2$ SIN FIBRA.....	226
Figura 35. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1-D1. ....	228
Figura 36. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1-D2. ....	230
Figura 37. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1-D3. ....	232
Figura 38. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2-D1. ....	234
Figura 39. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2-D2. ....	236
Figura 40. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2-D3. ....	238
Figura 41. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L3-D1. ....	240
Figura 42. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2$ L3-D2. ....	242

Figura 43. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L3-D3. ....	244
Figura 44. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA.....	246
Figura 45. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA.....	248
Figura 46. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1-D2. ....	250
Figura 47. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1-D3. ....	252
Figura 48. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2-D1. ....	254
Figura 49. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2-D2. ....	256
Figura 50. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2-D3. ....	258
Figura 51. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3-D1. ....	260
Figura 52. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3-D2. ....	262
Figura 53. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3-D3. ....	264

## RESUMEN

La presente investigación determina la influencia de la fibra sintética de rafia en la resistencia a la compresión del concreto y fisuración por contracción plástica en losas aligeradas.

Se utilizó el método científico con un diseño del tipo cuasi experimental con muestras de modo no probabilístico e intencional; teniendo a la fibra como una variable independiente clasificada por longitudes y dosis distintas; además de dos variables dependientes una de ellas la resistencia a la compresión del concreto y la otra fisuración por contracción plástica.

Se determinó que empleando distintas dosis y longitudes de la fibra sintética de rafia en los diseños de mezcla para losas aligeradas se alcanza o supera la resistencia especificada del concreto; así mismo como a la resistencia a la compresión promedio requerida del concreto en los tipos  $f'c = 210, 245$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ . En relación a la fisuración por contracción plástica se obtuvieron valores de reducción que van desde el 4.76% en una combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L2-D1 a un 53.23% en una combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1-D2 y a un 86.57% con la combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L3-D1.

Concluyendo que controlando la dosis y la longitud de fibra sintética de rafia se logran obtener resultados favorables en la resistencia a la compresión del concreto y en la fisuración por contracción plástica en losas aligeradas.

**Palabras claves:** *losa aligerada, Fibra sintética de rafia, resistencia a la compresión del concreto, fisuración por contracción plástica.*

## ABSTRACT

The present investigation determines the influence of synthetic raffia fiber on the compressive strength of concrete and cracking by plastic shrinkage in lightweight slabs.

The scientific method was used with a design of the quasi-experimental type with non-probabilistic and intentional samples; having fiber as an independent variable classified by different lengths and doses; in addition to two dependent variables one of them the resistance to compression of concrete and the other cracking by plastic contraction.

It was determined by using different doses and lengths of the raffia synthetic fiber in designs for lightweight slabs, the specified resistance of the concrete is reached or exceeded; as well as the required average concrete strength in the types  $f'c = 210, 245$  and  $280 \text{ kg/cm}^2$ . In relation to plastic shrinkage cracking, reduction values ranging from 4.76% in a mixture combination  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L2-D1 to 53.23% in a mixture combination  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1-D2 and to 86.57% with the mixture combination  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L3-D1.

Concluding that by controlling the dose and length of raffia synthetic fiber, favorable results are obtained in the compressive strength of the concrete and in the cracking by plastic contraction in lightened slabs.

**Keywords:** lightweight slab, synthetic raffia fiber, resistance to concrete compression, plastic shrinkage cracking.

## INTRODUCCIÓN

La ingeniería civil y por ende los insumos necesarios para la construcción, han evolucionado y mejorado copiosamente, nótese en registros estos cambios casi a finales del siglo XX. En la coyuntura actual, se pone de manifiesto estas propuestas de concretos sostenibles y de materiales preparados-mejorados.

Repasando la historia, ya es conocido el empleo de la paja para reforzar los adobes de arcilla, para intervenir en la tensión por el secado y disminuir el agrietamiento. En la era moderna el asbesto surge como una alternativa, pero sus efectos sobre la salud, como la asbestosis, generó su disminución, dándose inicio al uso de otras fibras que puedan reemplazar al asbesto.

No obstante, nuestro país consciente de la realidad económica y tecnológica de su gente y sobre todo del alcance de estos materiales a las minorías, impulsa nuevas propuestas ante los resultados tradicionales, una de estas tantas propuestas, es el uso de las fibras sintéticas de rafia (fibras laminadas de polipropileno como la obtenida de saco para arroz) como un elemento que se incluye en el diseño de mezcla del concreto.

En el último periodo, las fibras laminadas de polipropileno, han incursionado en la rutina de mezclado del concreto, principalmente para mejorar la resistencia y fisuración. Sin embargo, existen resultados de investigaciones no alentadores respecto al empleo de éstas, deponiendo un vacío por estudiar.

Resulta oportuno y adecuado desarrollar tecnologías que nos permita la optimización del concreto, mejorar sus propiedades plásticas y mecánicas, estas propiedades se pueden modificar agregando aditivos al concreto, usualmente en forma líquida, y/o ante la aplicación de ciertas fibras sintéticas durante su dosificación.

Ante este contexto se realizó la investigación del tipo cuasi experimental el mismo que busca determinar los efectos del uso de la fibra sintética de rafia (fibra de polipropileno) en la resistencia a la compresión del concreto, basado en dichos resultados se procede a controlar la fisuración por contracción plástica en losas aligeradas con  $f'c = 210, 245$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  – Huancayo – 2017. Para ello se dosifico a la fibra sintética de rafia por metro cúbico de concreto que se use en la mezcla, empleando  $0.70, 1.40$  y  $2.00 \text{ kg/m}^3$ , a su vez se parametró las longitudes de las fibras en  $3.5, 2.5$  y  $1.5 \text{ cm}$ .

Presentamos esta investigación provechosa para fortificar la resistencia a la compresión y fisuración por contracción plástica del concreto en losas aligeradas; esto no escapa a la necesidad de seguir investigando y aplicando más pruebas, para que sea considerable su réplica e inclusión en el campo de la construcción.

La presente investigación se divide en cuatro capítulos a razón:

El capítulo I de la presente investigación aborda el planteamiento del problema, los objetivos y las hipótesis, los cuales serán validados por la estadística inferencial.

El capítulo II se verá los referentes y el marco teórico, los que sumados respaldan la base teórica de la investigación.

El capítulo III abarca la metodología, las delimitaciones y la recolección de los datos de la investigación.

El capítulo IV presenta los resultados y discusión de la información.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

#### **1.1. Planteamiento y formulación del problema**

Desde la antigüedad se han empleado mucho los materiales aglomerantes como la arcilla, el yeso, la cal, todas ellas encargadas de suplir necesidades en construcción, esto debido a que mezcladas con el agua y otros aditamentos generaban un material capaz de fijar otros materiales sobre todo grandes macizos rocosos con gran resistencia y duración en el tiempo; muchos ejemplos se puede describir al respecto, como lo desarrollado por los egipcios que emplearon yeso calcinado para unir grandes bloques de rocas en la construcción de las pirámides egipcias, o del mismo modo el uso de la cal como material aglomerante en la construcción de la ciudadela de Macchu Picchu en Perú.

Las particularidades y posibilidades constructivas de los aglomerantes la hacen necesarias para el desarrollo y ejecución de proyectos en ingeniería civil que demande

el empleo de un material que sea capaz de formar una estructura sólida y resistente a cambios físicos y químicos adversos al material. Al respecto GOMÁ, F. menciona que, “un aglomerante es un compuesto de una o varias sustancias, capaz de endurecer, a corto o largo plazo, y en consecuencia, capaz de unir materiales heterogéneos de distinta naturaleza” (1 pág. 3).

El cemento es el material aglomerante más empleado en la actualidad debido a que con la adición de agua y agregados forman el concreto que se muestra como una solución ingenieril que ha logrado suplir muchas necesidades dentro del crecimiento urbano y de infraestructura civil en muchas partes del mundo. Nuestro país no es ajeno a esta situación solo en los últimos años se ha evidenciado un incremento considerable en el sector construcción que demanda grandes volúmenes de concreto. Al respecto mediante un artículo de la revista América Economía se menciona que, “El sector Construcción mostró una tendencia sostenida de crecimiento al alcanzar un promedio de 9,9% en mayo del 2018, en comparación al mismo mes del año anterior, lo cual permitió acumular un crecimiento histórico de 7,2%, el mejor en los últimos 50 meses, según las cifras del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Este incremento se vio impulsado por el avance físico de obras públicas en los ámbitos nacional, regional y local (17,58%), así como en el mayor consumo interno de cemento (8,25%). Cabe precisar que, en el periodo de enero a mayo de 2018, construcción creció en 7,21% y, durante los últimos doce meses, alcanzó un crecimiento sostenido de 7,23%” (2).

Es en el sector construcción que se tiene una gran demanda del concreto con base aglomerante como lo es el cemento por que ha demostrado ser un material muy resistente y duradero, razón por la cual, es muy empleada en la construcción de

viviendas dentro de zonas urbanas, debido a que cumplen bajo ciertos criterios técnicos con propiedades muy importantes como ser consideradas sismoresistentes habiendo demostrado en muchos lugares un comportamiento amortiguador o reductor de los estragos que podrían ocasionar los movimientos sísmicos, ejemplos como lo ocurrido en Japón en el 2011 o en Chile en el 2010 pueden dar prueba de lo mencionado.

Son ampliamente reconocidas las bondades constructivas del concreto; sin embargo, del mismo modo también podrían presentar falencias dentro sus propiedades mecánicas de resistencia y duración esto debido a diversos factores durante su manejo en los procesos constructivos que podrían ocasionar una baja en la resistencia del concreto ocasionando pérdidas en el soporte de cargas sometidas sobre la estructura edificada esto podría conllevar a problemas ingenieriles muy serios sobre la capacidad de resistencia del concreto.

Del mismo modo, podría evidenciar el agrietamiento o la fisuración del concreto durante o después del proceso constructivo ocasionado una pérdida de las propiedades resistentes del mismo; la fisuración que podría producirse a través de la contracción plástica que se produce en la superficie cuando el concreto está fresco y en el momento del vaciado mismo, es ocurrente muchas veces esta situación sobre todo cuando se emplean en losas aligeradas en la construcción de viviendas. Muchas veces se ha empleado fibras naturales o sintéticas en el concreto para reforzarlo en mejora de sus propiedades mecánicas.

El concreto como material para la construcción tiene la debilidad de ser un material quebradizo, esta característica puede ser mitigada gracias al uso de fibras; con su uso lograrían un concreto reforzado con fibras, las fibras hacen que el concreto

genere enlaces dúctiles en la mezcla por ende se logra incrementar la resistencia a la tensión lo que es sinónimo de menor fisuración en el concreto.

La investigación que se presenta realiza un repaso sobre las características del concreto llamado tradicional y la variante del uso de fibras sintéticas de rafia (polipropileno obtenido del saco para arroz), con ello se obtiene resultados comparativos para la elección de su uso, se elige combinaciones de mezcla en función de las necesidades del constructor.

### **1.1.1. Delimitación del problema**

#### **1.1.1.1. Espacial**

Los ensayos para la presente investigación se realizaron en el Distrito de Pilcomayo con una altitud de 3225 msnsm que se encuentra ubicada en la provincia de Huancayo dentro del Departamento de Junín – Perú.

Para los ensayos de laboratorio se basaron en las normativas vigentes y actualizadas como el RNE, NTP, ASTM, ACI y UNE.

#### **1.1.1.2. Temporal**

La investigación se realizó durante los meses comprendidos desde agosto de 2017 a diciembre de 2017 teniendo en cuenta la temperatura ambiente, velocidad del viento y humedad relativa que son factores que afectan a las propiedades del concreto en todos sus estados, estos factores no son constantes durante el transcurso del año, por ello cada ensayo que se realizó tuvo un control.

### **1.1.1.3. Conceptual**

Para la investigación se elaboraron muestras patrones de concreto (testigos de concreto), con  $f'c = 210, 245$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  y muestras de concreto con el uso de fibras sintéticas de rafia en cantidades de  $0.7, 1.4$  y  $2.0 \text{ kg/m}^3$  con longitudes  $15 \text{ mm}, 25 \text{ mm}$  y  $35 \text{ mm}$  para cada  $f'c$ .

Para tal efecto se eligió una combinación por cada tipo de  $f'c$  que tenga mejor comportamiento respecto a la muestra patrón basados en la resistencia a la compresión del concreto, una vez elegida la combinación se elaboró 6 paños (losas aligeradas, 3 paños patrón y 3 paños con fibra sintética de rafia) de  $1.50 \text{ m} * 1.50 \text{ m} * 0.20 \text{ m}$ . Los materiales utilizados fueron cemento Portland Andino Tipo I, Agregado Grueso de la cantera de 3 de diciembre, agregado fino de la cantera de Orcotuna y Agua potable de la zona urbana de Pilcomayo.

### **1.1.2. Formulación del problema**

#### **Problema General**

¿Cuál es la influencia del uso de las fibras sintéticas de rafia en la resistencia a la compresión del concreto y fisuración por contracción plástica, en losas aligeradas de  $f'c = 210, 245$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  - Huancayo – 2017?

#### **Problemas Específicos**

- ¿Cuál es la influencia del uso de las fibras sintéticas de rafia en la resistencia a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  - Huancayo - 2017?

- ¿Cuál es la influencia del uso de las fibras sintéticas de rafia en la resistencia a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  - Huancayo - 2017?
- ¿Cuál es la influencia del uso de las fibras sintéticas de rafia en la resistencia a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - Huancayo - 2017?
- ¿Cuál es la influencia del uso de las fibras sintéticas de rafia en la fisuración por contracción plástica en losas aligeradas de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  - Huancayo - 2017?
- ¿Cuál es la influencia del uso de las fibras sintéticas de rafia en la fisuración por contracción plástica en losas aligeradas de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  - Huancayo - 2017?
- ¿Cuál es la influencia del uso de las fibras sintéticas de rafia en la fisuración por contracción plástica en losas aligeradas de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - Huancayo - 2017?

## 1.2. Objetivos

### Objetivo General

Determinar la influencia del uso de las fibras sintéticas de rafia en la resistencia a la compresión del concreto y fisuración por contracción plástica, en losas aligeradas de  $f'c = 210, 245$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  – Huancayo – 2017.

### Objetivos Específicos

- Determinar la influencia del uso de las fibras sintéticas de rafia en la resistencia a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  – Huancayo – 2017.

- Determinar la influencia del uso de las fibras sintéticas de rafia en la resistencia a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  – Huancayo – 2017.
- Determinar la influencia del uso de las fibras sintéticas de rafia en la resistencia a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  – Huancayo - 2017.
- Determinar la influencia del uso de las fibras sintéticas de rafia en la fisuración por contracción plástica en losas aligeradas de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  – Huancayo – 2017.
- Determinar la influencia del uso de las fibras sintéticas de rafia en la fisuración por contracción plástica en losas aligeradas de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  – Huancayo – 2017.
- Determinar la influencia del uso de las fibras sintéticas de rafia en la fisuración por contracción plástica en losas aligeradas de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  – Huancayo - 2017.

### **1.3. Justificación e importancia**

El concreto se caracteriza por ser uno de los pilares de la construcción civil, por ello se debe monitorear, evaluar y controlar antes, durante y después de su proceso constructivo, logrando la efectividad en la construcción.

Uno de los cuidados que se debe tener son las fisuras que podrían producirse por contracción plástica en las losas aligeradas, las cuales ocasionarían deterioro en el concreto endurecido, se suma a ello la preocupación de encontrar elementos que sirvan como adiciones al concreto, de modo que sean alternativas innovadoras.

Durante el último cuarto del siglo XX observamos diversas evidencias del deterioro prematuro de estructuras de concreto, presentes en nuestras ciudades; al mismo tiempo la sociedad ha exigido estructuras no contaminantes para lograr un desarrollo sustentable y ecoamigable de la construcción.

#### **1.4. Hipótesis y descripción de variables**

##### **Hipótesis**

**Hipótesis que establecen relaciones de causalidad.** “Este tipo de hipótesis no solamente afirma la o las relaciones entre dos o más variables y la manera en que se manifiestan, sino que además propone un “sentido de entendimiento” de las relaciones. Tal sentido puede ser más o menos completo, esto depende del número de variables que se incluyan, pero todas estas hipótesis establecen relaciones de causa-efecto” (3 pág. 101).

**Hipótesis causales multivariadas.** “Plantean una relación entre diversas variables independientes y una dependiente, o una independiente y varias dependientes, o diversas variables independientes y varias dependientes” (3 pág. 101).

##### **Hipótesis General**

El uso de las fibras sintéticas de rafia influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto y fisuración por contracción plástica, en losas aligeradas de  $f'c = 210, 245, 280 \text{ kg/cm}^2$  - Huancayo – 2017

##### **Hipótesis Específicas**

1. El uso de las fibras sintéticas de rafia influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  - Huancayo - 2017

2. El uso de las fibras sintéticas de rafia influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  - Huancayo - 2017
3. El uso de las fibras sintéticas de rafia influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - Huancayo - 2017
4. El uso de las fibras sintéticas de rafia influye significativamente en la fisuración por contracción plástica en losas aligeradas de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  - Huancayo - 2017
5. El uso de las fibras sintéticas de rafia influye significativamente en la fisuración por contracción plástica en losas aligeradas de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  - Huancayo - 2017
6. El uso de las fibras sintéticas de rafia influye significativamente en la fisuración por contracción plástica en losas aligeradas de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - Huancayo - 2017

#### **1.4.1. Descripción de variables**

##### **1.4.1.1. Variable Independiente**

- Fibra sintética de rafia

##### **1.4.1.2. Variable Dependiente**

- Resistencia a la compresión del concreto
- Fisuración por contracción plástica

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes del problema**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

López Román, J. (2015). *“Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras de acero y macrofibras de polipropileno: Influencia del tipo y consumo de fibra adicionado”*. Tesis de Maestría en Ingeniería en la Universidad Autónoma de México, México.

En su investigación concluye que, la inclusión de fibras de acero y de macrofibras de polipropileno en las mezclas de concreto ayuda de manera sustancial a disminuir la aparición de grietas por contracción plástica; conforme se aumenta el consumo de fibra se logra disminuir en número, espesor y longitud de grietas. Para porcentajes volumétricos iguales de ambas

fibras resulta evidente que la macrofibra de polipropileno tiene un mejor desempeño que la fibra de acero para el control de grietas.

Comparando el desempeño en cuanto a resistencia a compresión del concreto con los diferentes tipos y consumos de fibras con el del mismo concreto pero sin fibras, a la edad de 28 días, la resistencia a compresión no se modifica en forma importante al agregar las fibras de acero; para 90 días de edad, la resistencia disminuye hasta un 9% para la mezcla con un consumo de fibra de 60 kg/m<sup>3</sup>. Las macrofibras de polipropileno brindan un incremento pequeño en la resistencia a las edades de 28 y 90 días, con respecto al concreto sin fibras” (4 pág. 149).

Dávila Mercado, M. (2010). *“Efecto de la adición de fibras sintéticas sobre las propiedades plásticas y mecánicas del concreto”*. Tesis de Maestría en Ingeniería en la Universidad Nacional Autónoma de México, México.

En su investigación concluye que, la resistencia a la compresión de los concretos con fibras es menor, lo que puede asociarse a su baja adherencia fisicoquímica de las fibras con la pasta de cemento.

Se presentó una reducción en la aparición de grietas conforme se incorpora fibra a la mezcla, obteniéndose una reducción cercana al 62% para la dosificación de 1 kg/m<sup>3</sup>” (5 pág. 70).

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Rodríguez Cosar, A. (2009). *“Concreto en climas fríos, con uso de fibras de polipropileno e incorporador de aire”*. Tesis de Pregrado en Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

En su investigación concluye, que:

- La losa de concreto con la fibra de polipropileno FIBERMESH de 19mm de longitud, ha reducido un 28% de fisuras aproximadamente.
- El concreto con fibra de polipropileno en resistencia a la compresión en promedio se incrementa aproximadamente un 4.00%.
- El concreto con fibra de polipropileno en resistencia a la flexión en promedio se incrementa aproximadamente un 5.00%.
- La exudación en el concreto con fibra de polipropileno se reduce de 3.50% a 3.18% con el uso de fibra de polipropileno.
- El peso unitario del concreto con fibra de polipropileno es ligeramente mayor (0.85% aprox.) que el concreto sin fibra de polipropileno.
- El concreto con fibra de polipropileno e incorporador de aire tiene menor consistencia (2.00 pulgadas) que el concreto sin fibra de polipropileno (2 pulgadas).
- El costo por metro cúbico del concreto con fibra de polipropileno (85g por bolsa de cemento) e incorporador de aire, para noviembre del 2008 presenta un precio adicional del 9.37% respecto al concreto con aire incorporado sin fibra” (6 pág. 180).

Castro Tomás, F. (2009). *“Efectos de la fibra de polipropileno en concretos con cemento Portland Tipo V”*. Tesis de Pregrado en Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

En su investigación concluye que, en el ensayo de resistencia a la compresión en el concreto endurecido logra mayor resistencia a los 28 días en el concreto con relación  $a/c=0.50$  cuando se adiciona 600 gr. De fibra de

polipropileno por metro cubico de concreto, representando dicha resistencia el 107% al concreto patrón” (7 pág. 91).

### **2.1.3. Antecedente regional**

Moy Mosquera, N. y Remuzgo Florentino, J. (2013). “*Influencia de las fibras de acero en las propiedades del Concreto en losas aligeradas a 3200 msnm.*” Tesis de Pregrado en Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo.

En su investigación concluye: que la adición de fibras de acero en el concreto afecta de manera favorable en las propiedades del concreto en losas aligeradas a 3200 m.s.n.m.

La inclusión de las fibras de acero, afectan en la trabajabilidad del concreto, fue comprobado en la colocación del concreto en las losas aligeradas, ya que se tuvo que usar mayor grado de compactación.

La presencia de fibras de acero en el concreto incrementa ligeramente el peso unitario de éste, en valores que se encuentran entre 0.45 y 0.83%, debido a que las fibras de acero tienen un peso específico alto en comparación con los demás componentes, y representan entre el 0.19 y 0.45% del volumen total.

Las dosificaciones de 15 y 25 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero afectan la resistencia a la compresión en el concreto en valores que se encuentran entre - 7.51 y 7.77%, mientras que la dosificación de 35 kg/m<sup>3</sup> incrementa la resistencia del concreto entre 3.95 y 8.55% del concreto sin fibras.

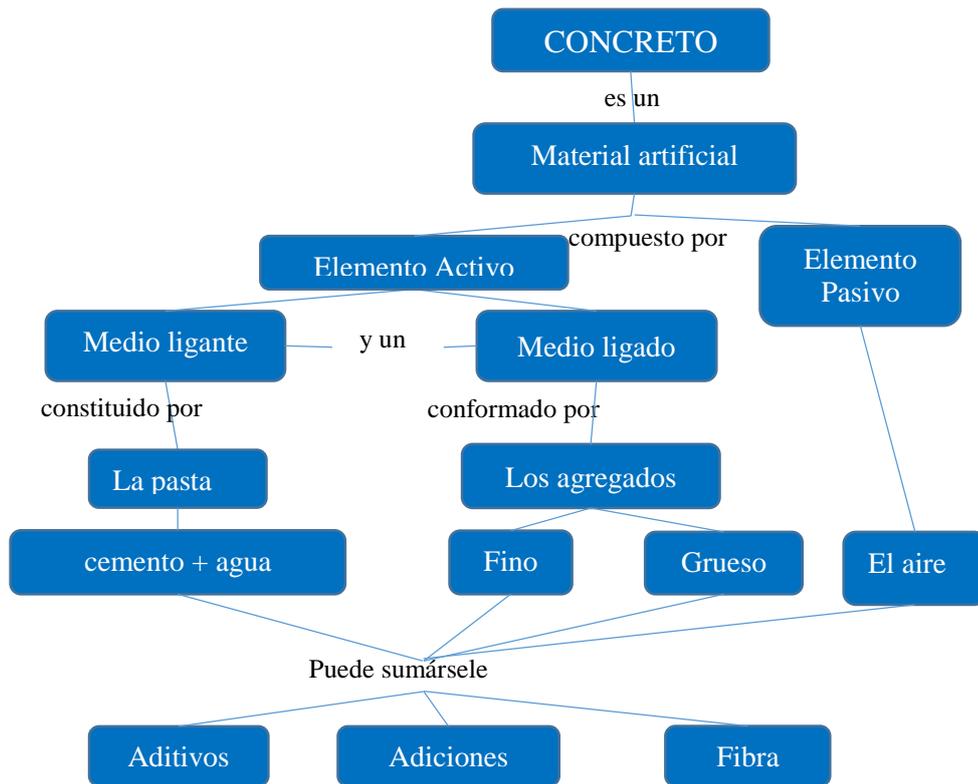
Las dosificaciones de fibras de acero, afectan favorablemente la resistencia a la flexión en el concreto  $a/c = 0.50$  y  $0.60$ , incrementándolo en 2.00 y 16.36%. Mientras que en el concreto  $a/c = 0.40$  no se observa incremento de la resistencia a la flexión.

Se comprobó con el ensayo de flexión que las vigas con fibras de acero tenían capacidad de deformación aun después de la aparición de la primera fisura, por lo cual podemos concluir que las fibras brindan ductilidad al concreto” (8 pág. 368).

## **2.2. Base teórica**

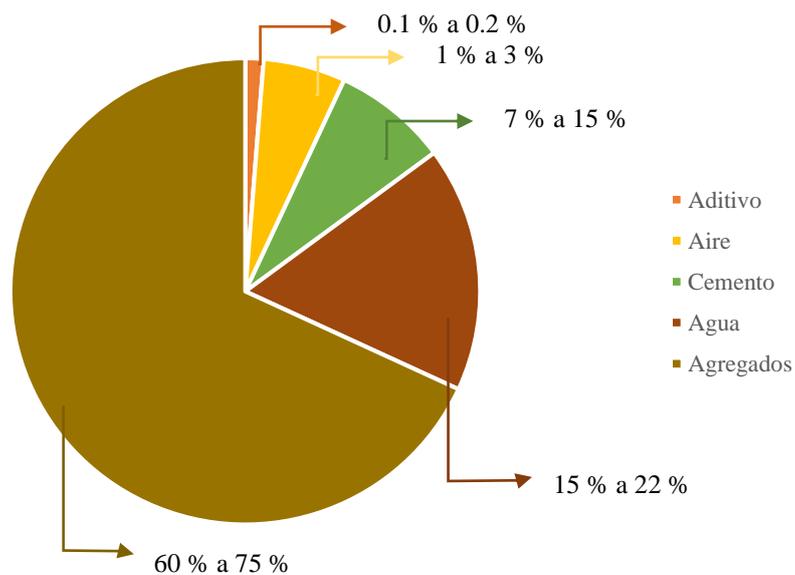
### **2.2.1. Concreto**

El concreto es el material de construcción hecho por el hombre que más se usa. Se diseñan estructuras de concreto durables que logran proporcionar una vida útil de 50 o más años con poco o nulo mantenimiento. Su buen comportamiento depende de las características físicas y químicas de sus componentes, pudiéndose obtener una mezcla óptima a través del diseño de mezcla.



**Figura 1.** El concreto  
Fuente: Elaboración propia (2018).

En la figura 2. se observa la composición del concreto según sus materiales y porcentajes de empleo en una mezcla.



**Figura 2.** Componentes del concreto en porcentajes.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

### **2.2.1.1. Requisitos del concreto**

“Los principales requisitos del concreto endurecido son:

- a) Que sus elementos constituyentes cumplan con las Normas NTP o ASTM correspondientes y estén distribuidos uniformemente en la mezcla.
- b) Que tenga las propiedades requeridas, tanto al estado no endurecido como al endurecido.
- c) Que sea impermeable al agua u otros líquidos, y resistentes a las acciones del clima, al desgaste y a otros agentes destructores a los cuales pueda estar expuesto.
- d) Que no tenga contracción excesiva al enfriarse o secarse.
- e) Que tenga una apariencia o acabado arquitectónico dado que ello sea requerido
- f) Que tenga alta resistencia a la abrasión o a productos químicos agresivos.
- g) Que sea resistente al fuego, ligero de peso, y con un acabado superficial con la textura requerida en las especificaciones” (9 pág. 11).

### **2.2.1.2. Requisitos de las mezclas**

“Las mezclas de concreto deberán cumplir con los siguientes requisitos básicos:

- a) La mezcla recién preparada deberá tener la trabajabilidad, consistencia y cohesividad que permitan su adecuada colocación en los encofrados. Esta mezcla estará libre de segregación y tener una exudación mínima.
- b) La mezcla endurecida deberá de tener las propiedades especificadas en función del empleo que se va a dar a la estructura.
- c) El costo de la unidad cúbica de concreto endurecido deberá ser el mínimo compatible con la calidad deseada” (9 pág. 12).

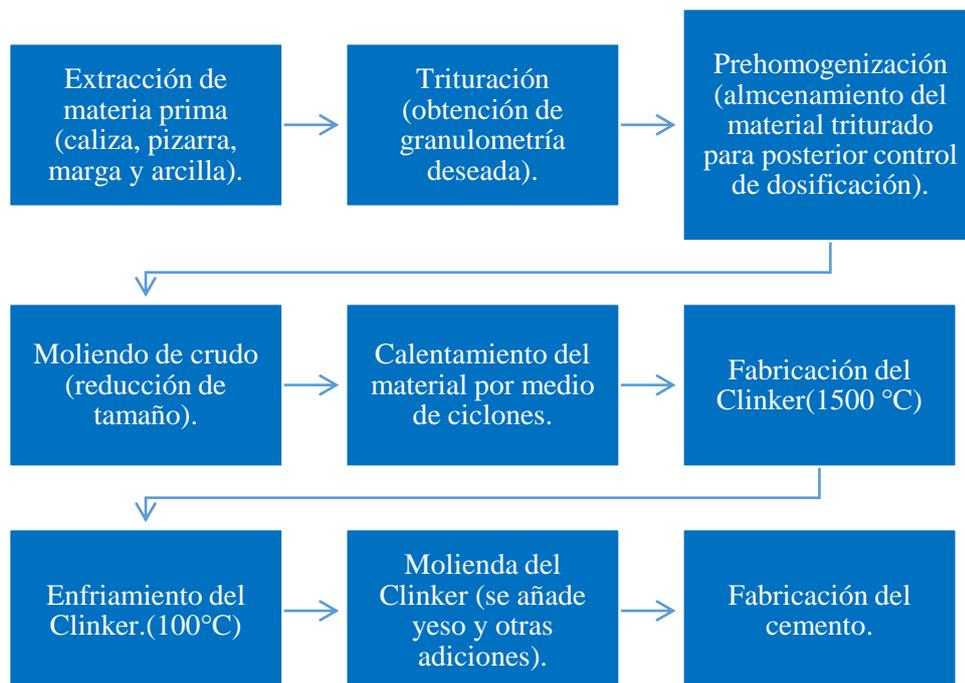
## 2.2.2. Componentes del concreto

### 2.2.2.1. El cemento

“Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos” (10 pág. 498).

#### 2.2.2.1.1. Cemento Portland

En la figura 3 se observa el proceso de fabricación del cemento Portland.



**Figura 3.** Proceso de fabricación del cemento Portland.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

“Luego del proceso de formación del Clinker y molienda final, se obtienen compuestos establecidos por primera vez por Le

Chatelier en 1852, y que son los que definen el comportamiento del cemento hidratado [...]” (11 pág. 22).

“En el año 2014 Enrique Rivva López afirma que los cuatro principales componentes del Clinker (silicato tricálcico, silicato bicálcico, aluminato tricálcico y ferroaluminato tetracálcico) suponen del 90% al 95% del total. El porcentaje restante corresponde a los llamados compuestos secundarios: óxido de cal libre, óxido de magnesia, óxido de sodio y potasio y cantidades pequeñas de otros óxidos” (9 pág. 33). Ver figura 4.

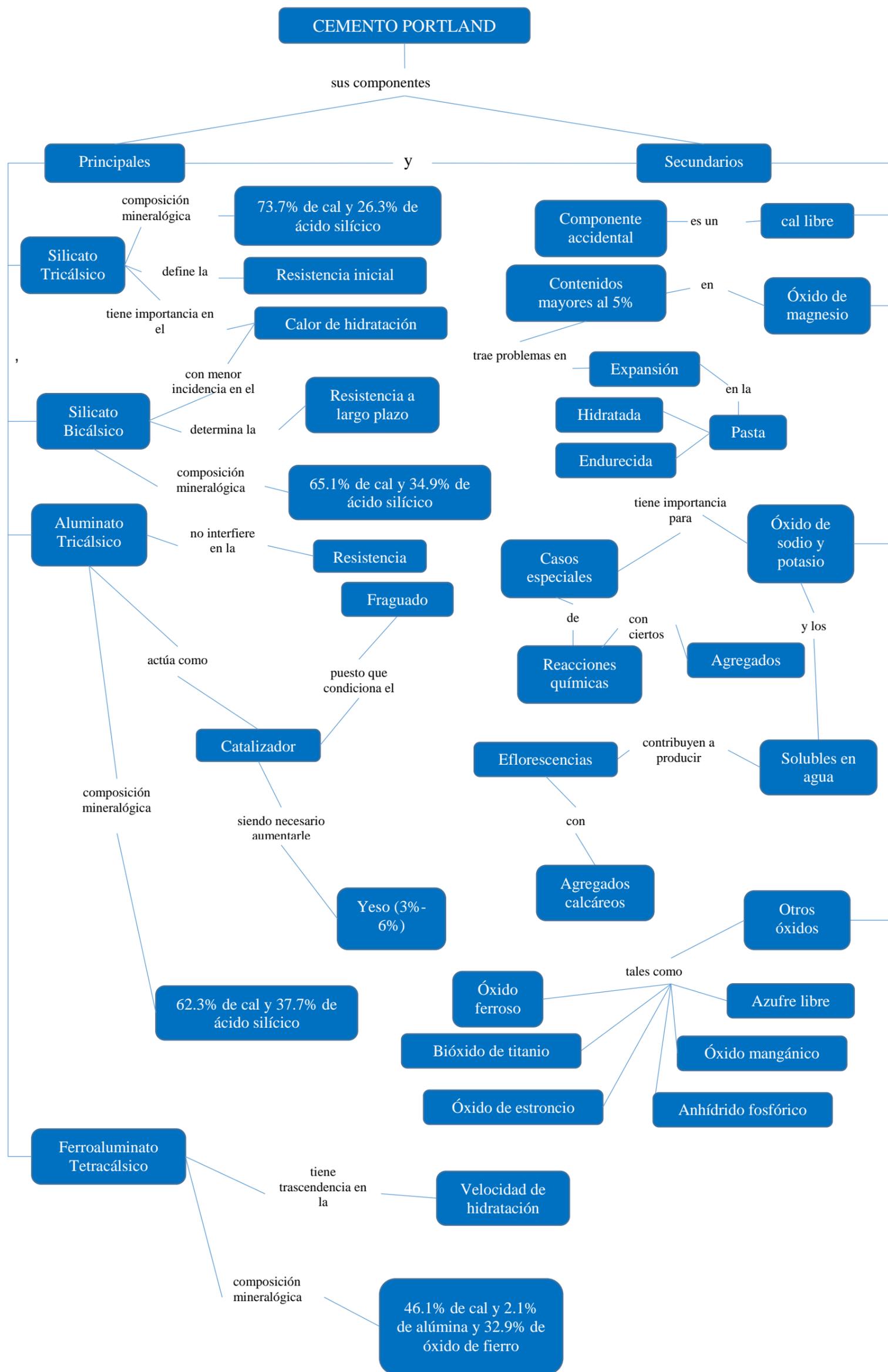


Figura 4. Composición del Cemento Portland.  
Fuente:

Elaboración

propia

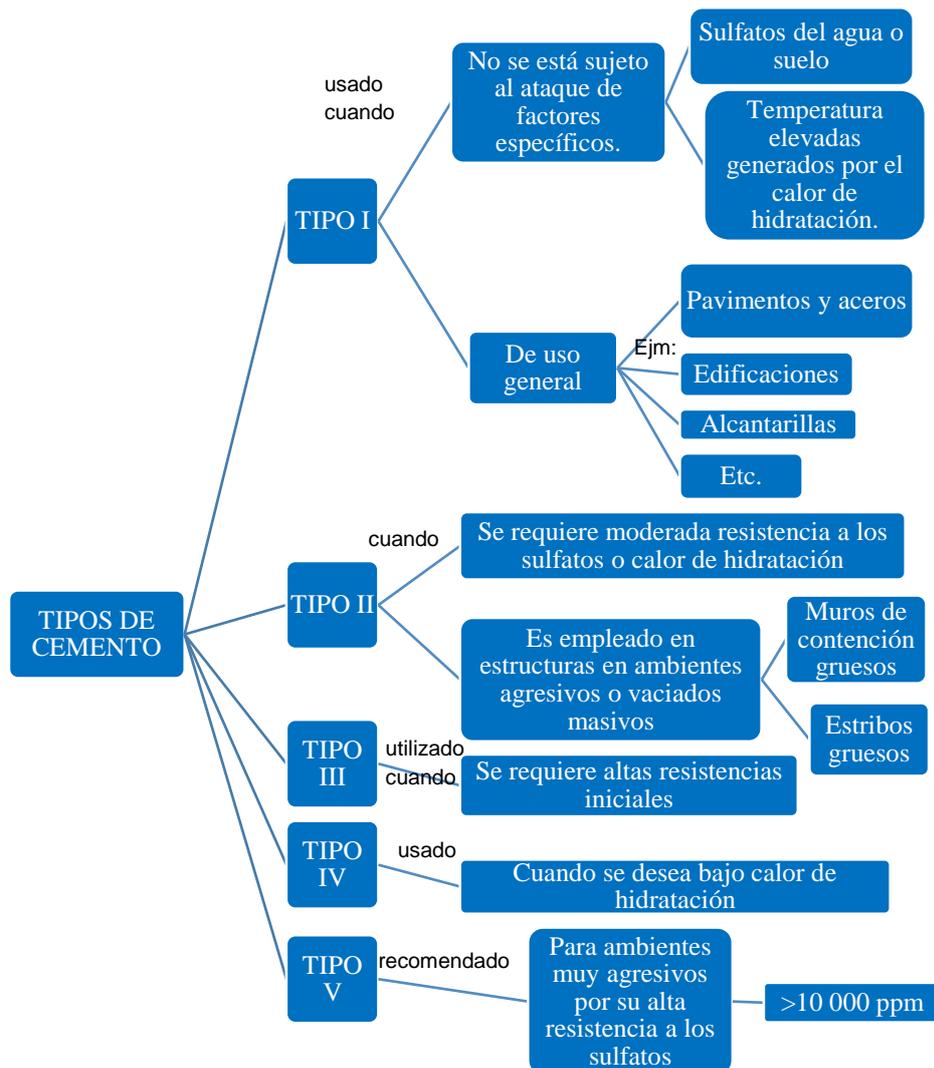
(2018).

#### **2.2.2.1.2. Tipos de cemento**

“La totalidad de los cementos empleados en el Perú son cementos Portland tal como lo especifica la Norma ASTM C 150; o cementos combinados, de acuerdo a lo indicado en la Norma C 595; o las correspondientes Normas NTP.

Los diferentes tipos de cemento Portland se fabrican para satisfacer ciertas propiedades físicas y químicas para objetos especiales [...]” (9 pág. 50).

Existen cinco tipos de cemento tal como se ve en la figura 5.



**Figura 5.** Tipos de cemento.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

“De estos cinco tipos, en el Perú sólo se fabrican los Tipos I, II y IV” (9 pág. 50).

“Si a los cementos se les ha añadido el sufijo A significa que son cementos a los que se les ha añadido incorporadores de aire en su composición, manteniendo las propiedades originales. En la norma ASTM C 175 se incluyen tres tipos de cementos con pequeñas cantidades de materiales incorporadores de aire mezclados con el Clinker durante la fabricación. Estos cementos

producen concretos con mayor resistencia al efecto de las heladas y a la descamación producidas por las sustancias químicas aplicadas para la fusión de la nieve y el hielo. Este concreto contiene burbujas de aire diminutas, bien distribuidas y completamente separadas. En el Perú no se fabrica este tipo de cementos” (9 pág. 50).

“Los denominados “cementos adicionados” son mezclas de cementos y un material de características puzolánicas molidos en forma conjunta. En el Perú se fabrican los tipos IP, IPM, IS e ISM [...]” (9 pág. 50).

“El cemento Tipo IP es un cemento al cual se le ha añadido puzolana en un porcentaje que oscila entre el 15% y el 40% del peso total. El cemento IPM es un cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje menor del 15% del peso total. El cemento IS es un cemento al cual se le ha añadido entre el 25% y 75% de escoria de altos hornos referido al peso total. El cemento ISM es un cemento al cual se ha añadido menos del 25% de escorias de alto horno referidas al peso total” (9 pág. 51).

#### **2.2.2.1.2.1. Cementos especiales**

En los Estados Unidos debido a las necesidades y demandas presentes en la construcción se fabrican los siguientes tipos de cemento:

- a. Cementos expansivos y cementos compensantes de la expansión

- b. Cementos de escorias
- c. Cementos reguladores del fraguado
- d. Cementos naturales
- e. Cementos sobre sulfatos
- f. Cemento aluminoso
- g. Cementos de albañilería
- h. Cementos para inyecciones
- i. Cementos metalúrgicos
- j. Cementos coloreados
- k. Cementos plásticos
- l. Cementos impermeabilizantes
- m. Cementos magnesio-fosfato
- n. Cementos portland blancos
- o. Cementos para pozos de petróleo

### 2.2.2.1.3. Requisitos del cemento

#### 2.2.2.1.3.1. Requisitos químicos

La composición de los óxidos presentes en el cemento Portland Tipo I deberán de regirse en función de la Tabla 1.

**Tabla 1.**  
*Requisitos químicos de los óxidos del cemento Portland Tipo I.*

ÓXIDOS	VARIACIÓN PORCENTUAL
Cal, Cao	60-66
Sílice, SiO <sub>2</sub>	19-25
Alúmina, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3-8
Hierro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1-5
Magnesio, MgO	0-5
Trióxido de Azufre, SO <sub>3</sub>	1-3

Fuente: Materiales para el Concreto (12 pág. 53)

Es necesario que se cumplan con los requisitos de finura dentro de los componentes del Cemento Portland, ver Tabla 2.

**Tabla 2.**  
*Composición química y finura de los componentes principales del cemento.*

TIPO ASTM				
	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF
I Normal	50	24	11	8
II Moderado	42	33	5	13
III Rápida resistencia inicial	60	13	9	8
IV Bajo calor de hidratación	26	50	5	12
V Resistente a sulfatos	40	40	4	9

Fuente: Materiales para el Concreto (9 pág. 53)

#### **2.2.2.1.3.2. Requisitos físicos**

El cemento elegido cumplirá con los requisitos físicos y parámetros indicadas en las normas ASTM y NTP.

“En aquellos casos en que no sea conocida, la superficie específica se considerará de 3200 cm<sup>2</sup>/gr para los cementos Portland normales y de 4700 cm<sup>2</sup>/gr, para los cementos puzolánicos. Para la determinación de la superficie específica se utilizará el Método Blaine.

En aquellos casos en que no sea conocido el valor real, se considerará para cemento Portland normal un peso específico de 3.15 y de 2.97 para los cementos puzolánicos. Para los ensayos de Tiempo de Fraguado se utilizará el Método Vicat.

Los requisitos de calor de hidratación se aplicarán únicamente cuando son especificados. En este caso los requisitos

de resistencia podrán ser el 80% de los valores indicados en la Norma correspondiente” (9 pág. 53).

#### **2.2.2.1.4. Propiedades del cemento Portland.**

##### **2.2.2.1.4.1. Finura**

“La finura del cemento afecta la rapidez de la hidratación. Al aumentar la finura del cemento aumenta la rapidez a la que se hidrata el cemento, acelerando la adquisición de resistencia [...]” (9 pág. 53).

##### **2.2.2.1.4.2. Firmeza o estabilidad**

“La firmeza es la cualidad que una parte del concreto endurecido tiene al conservar su volumen después de haber fraguado [...]” (9 pág. 54).

##### **2.2.2.1.4.3. Tiempo de fraguado**

“Se efectúan pruebas para determinar si una pasta de cemento permanece en estado plástico el tiempo suficiente como para permitir un vaciado sin dificultades en las operaciones de acabado. El periodo en el cual la mezcla permanece plástica generalmente depende más de la temperatura y del contenido de agua en la pasta que del tiempo de fraguado del cemento” (9 pág. 54).

##### **2.2.2.1.4.4. Falso fraguado**

“El falso fraguado se pone en evidencia por una gran pérdida de plasticidad, sin generar mucho calor poco después de

haber mezclado el concreto [...]” (9 pág. 54).

#### **2.2.2.1.4.5. Resistencia a la compresión**

“La resistencia a la compresión del cemento Portland, según lo especificado en la Norma ASTM, es la obtenida en pruebas estándar de cubos de 2". Estos cubos se hacen y curan de la manera prescrita empleando “una arena estándar”. Las resistencias a las diferentes edades son indicadores de las características del cemento para adquirir resistencia, pero no pueden emplearse para predecir las resistencias del concreto con precisión a causa de las muchas variables que intervienen en las mezclas de concreto, entre ellas la composición combinada y la finura del cemento” (9 pág. 54).

#### **2.2.2.1.4.6. Calor de hidratación**

“El calor de hidratación es el generado cuando reaccionan el cemento y el agua. La cantidad de calor generado depende principalmente de la composición química del cemento, la finura y temperatura de curado, así como la composición química [...]” (9 pág. 54).

#### **2.2.2.1.4.7. Pérdida por calcinación**

“La pérdida por calcinación se determina calentando una muestra de cemento de peso conocido al rojo vivo (de 900°C a 1000°C) hasta obtener un peso constante. Luego se determina la pérdida de peso de la muestra. Normalmente, la pérdida de peso no

excede del 2%. Una elevada pérdida por calcinación es una indicación de prehidratación o carbonatación que puede ser producida por un almacenamiento incorrecto o prolongado” (9 pág. 54).

#### **2.2.2.1.4.8. Peso específico**

“El peso específico del cemento Portland generalmente es aproximadamente de 3.15 (que es el valor que se suele emplear en los cálculos); el peso específico de los cementos combinados es menor, variando entre 2.12 y 2.97. El peso específico de un cemento no indica la calidad del mismo; y su uso principal es para la selección de las proporciones de la mezcla” (9 pág. 54).

#### **2.2.2.1.5. El cemento en obra**

- “El cemento empleado en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de las siguientes Normas:
  - a. Los cementos Portland normal tipo I, II o V respectivamente con las normas NTP 334.009; o con la Norma ASTM C150.
  - b. Los cementos puzolánicos Tipo IP y IPM deberán cumplir con los requisitos de la norma NTP 334.090; o con la Norma ASTM C 595.
- Se requerirá en obra cemento del mismo tipo y marca que aquel utilizado para la selección de las proporciones de la mezcla de concreto en aquellos casos en que la determinación de la

resistencia promedio se ha empleado resultados de concretos preparados con cementos de la misma marca.

Si la desviación estándar se ha calculado basándose en los resultados de ensayos de concretos preparados con cementos del mismo tipo pero de diferentes marcas, el criterio a ser aplicado puede no ser tan exigente.

- No se aceptará en obra bolsas de cemento que se encuentren averiadas, o cuyo contenido hubiera sido alterado por la humedad o sustracción.
- Se considerará que la bolsa de cemento tiene un pie cúbico de capacidad y un peso de 42.5 kg. En aquellos casos en que no se conozca el valor real se considerará para el cemento un peso específico de 3.15 gr/cm<sup>3</sup>” (9 pág. 20).

#### **2.2.2.2. Los agregados**

Se define al agregado como “Material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico” (10 pág. 498).

“Debido a que el concreto está constituido en su mayor parte por agregados (70-80% en volumen), éstos no son menos importantes que la pasta de cemento endurecida, el agua libre, el aire naturalmente atrapado o los aditivos. Por el contrario, tanto en estado plástico como en estado endurecido, dependen de las

características y propiedades de los agregados, las cuales deben ser estudiadas para obtener concretos de calidad y económicos” (13 pág. 65).

### 2.2.2.2.1. Clasificación de los agregados

Los agregados se han clasificado de acuerdo a su tamaño, procedencia, densidad, por sus propiedades químicas, por sus propiedades físicas, por su perfil, por su textura superficial y por su petrografía.

#### 2.2.2.2.1.1. Según su tamaño

Esta clasificación va regida por la granulometría del agregado, donde la porción más pequeña la conforman las arenas y las más gruesas las gravas. Ver tabla 3.

**Tabla 3.**

*Clasificación de los agregados según su tamaño.*

TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS EN MM(pulg)	DENOMINACIÓN MÁS CORRIENTE	CLASIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN COMO AGREGADO PARA EL CONCRETO
Inferior a 0.002 Entre 0.002 - 0.074 (N°200)	Arcilla Limo	Fracción muy fina	No recomendable
Entre 0.074 - 4.76 (N°200)-(N°4)	Arena	Agregado fino	Material apto para producir concreto
Entre 4.76 - 19.1 (N°4)-(3/4") Entre 19.1 - 50.8 (3/4")-(2") Entre 50.8 - 152.4 (92")-(6") Superior a 152.4 (6")	Gravilla Grava Piedra Rajón, piedra bola	Agregado grueso	

Fuente: Tecnología del concreto y del mortero (13 pág. 70)

### 2.2.2.2.1.2. Según su procedencia

De acuerdo a su origen los agregados son naturales o artificiales.

#### 2.2.2.2.1.2.1. Agregados naturales

“Son todos aquellos que provienen de la explotación de fuentes naturales tales como depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de río) o de glaciares (cantos rodados) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales [...]” (13 pág. 70).

#### 2.2.2.2.1.2.2. Agregados artificiales

“Se define como agregados artificiales a las partículas obtenidas como el resultado de un proceso de transformación industrial de un elemento natural, como es el caso de las arcillas y esquistos expansionados; o como subproducto de un proceso industrial, como sería el caso de las escorias de alto horno” (9 pág. 70).

#### 2.2.2.2.1.3. Según su densidad

Esta clasificación se basa en la cantidad de masa por unidad de volumen y del volumen de los poros. Ver tabla 4.

**Tabla 4.**  
*Clasificación de los agregados según su densidad.*

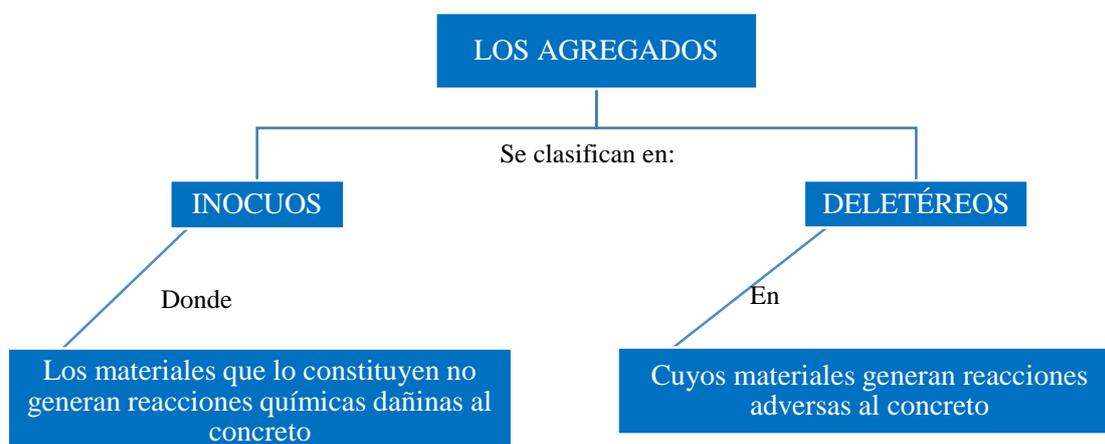
TIPO DE CONCRETO	PESO UNITARIO APROX. DEL CONCRETO kg/m <sup>3</sup>	PESO UNITARIO APROX. DEL AGREGADO kg/m <sup>3</sup>	EJEMPLO DE UTILIZACIÓN	EJEMPLO DE AGREGADO
Ligero	400-800	60-480	Concretos para aislamientos	Piedra pómez Perlita

TIPO DE CONCRETO	PESO UNITARIO APROX. DEL CONCRETO kg/m <sup>3</sup>	PESO UNITARIO APROX. DEL AGREGADO kg/m <sup>3</sup>	EJEMPLO DE UTILIZACIÓN	EJEMPLO DE AGREGADO
	950-1350	480-1040	Concretos para rellenos y mampostería no estructural	
	1450-2000		Concreto Estructural	
Normal	2000-2500	1300-1600	Concreto Estructural y no estructural	Canto rodado Agregados de río
Pesado	2500-5600	3400-7500	Concreto para protección contra radiación gamma o X, y contrapesas	Piedra barita, magnetita

Fuente: Tecnología del concreto y del mortero (13 pág. 71)

#### 2.2.2.2.1.4. Por sus propiedades químicas

La reactividad química de los contribuyentes del agregado, especialmente con los álcalis del cemento, permite clasificarlos en inocuos y deletéreos, ver Diagrama 1



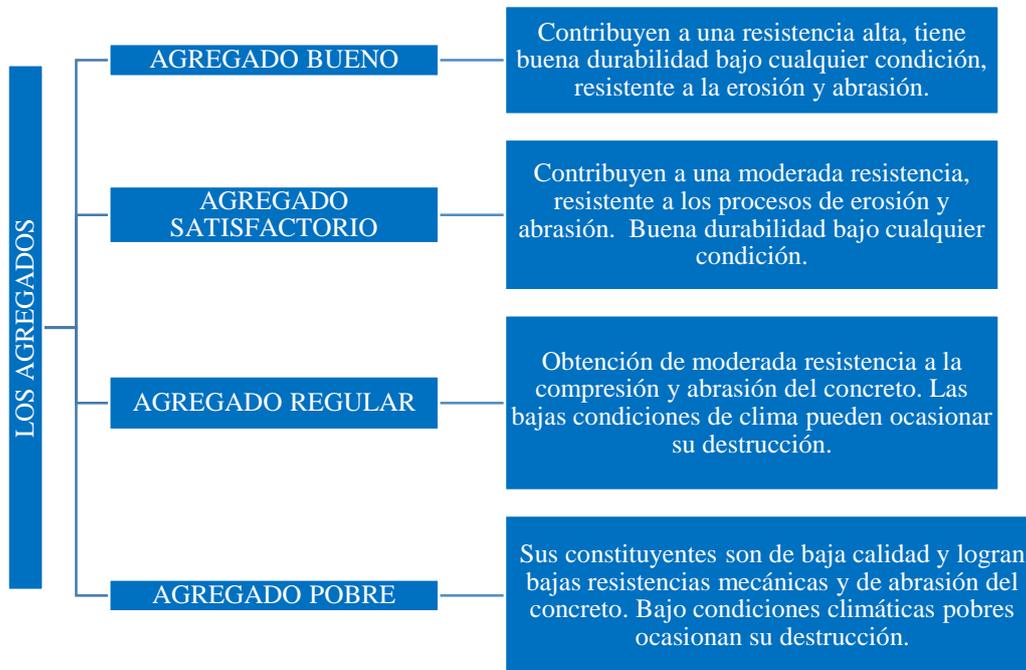
**Diagrama 1.** Clasificación de los agregados según sus propiedades químicas.

Fuente: Elaboración propia (2018).

### 2.2.2.2.1.5. Por sus propiedades físicas

Las propiedades físicas influyen en la calidad del concreto.

Pueden clasificarse en 4 categorías. Ver Diagrama 2



**Diagrama 2.** Clasificación de los agregados según sus propiedades físicas.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

### 2.2.2.2.1.6. Por su perfil

Comprendidos por siete grupos. Ver Diagrama 3



**Diagrama 3.** Clasificación de los agregados por su perfil.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

#### **2.2.2.2.1.7. Por su textura superficial**

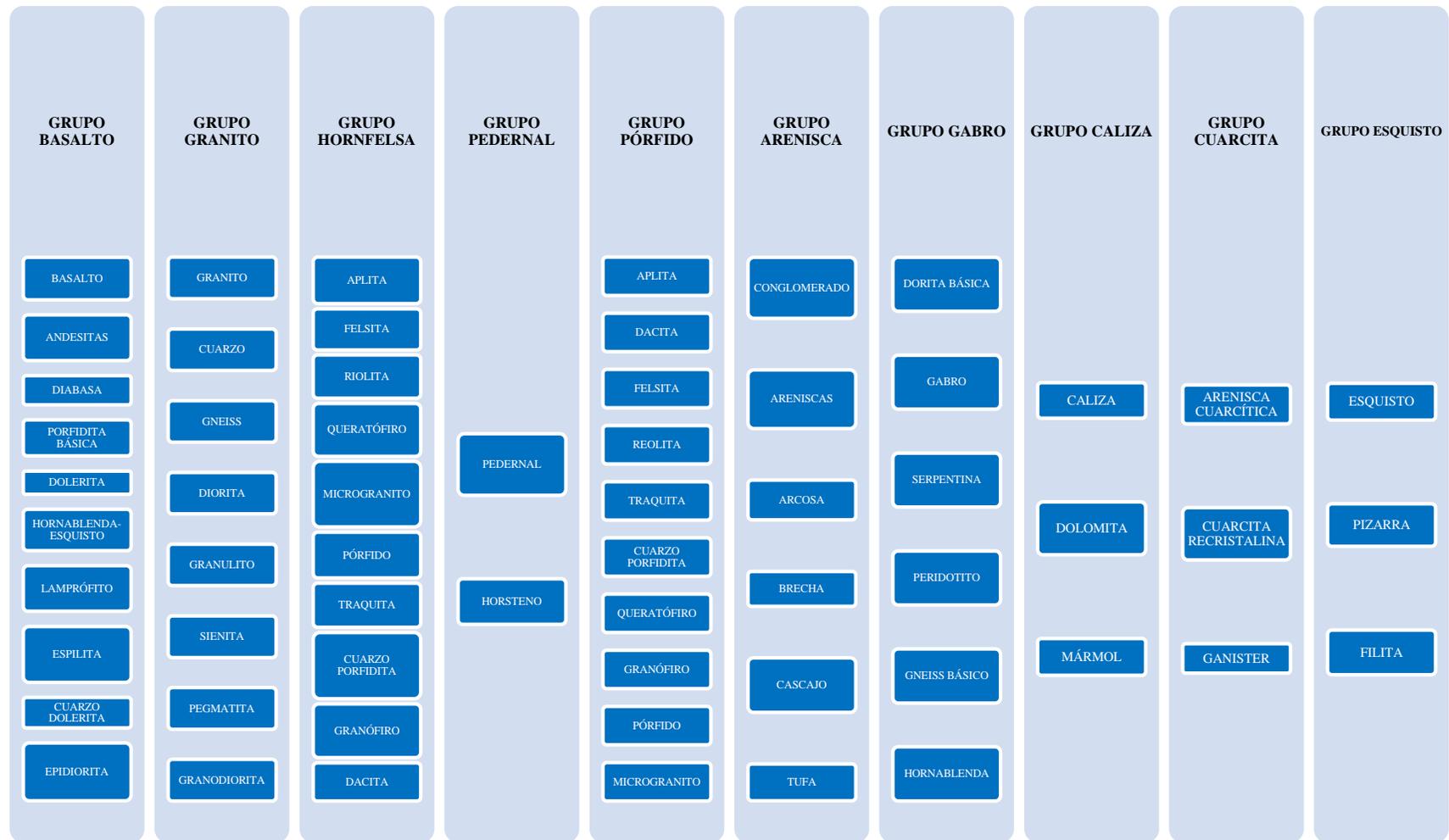
Lo constituyen seis grupos. Ver diagrama 4.



**Diagrama 4.** Clasificación de los agregados por su textura superficial  
Fuente: Elaboración propia (2018).

#### **2.2.2.2.1.8. Por su petrografía**

Su clasificación se basa en las rocas originarias, comprendidas en diez grupos. Ver diagrama 5.

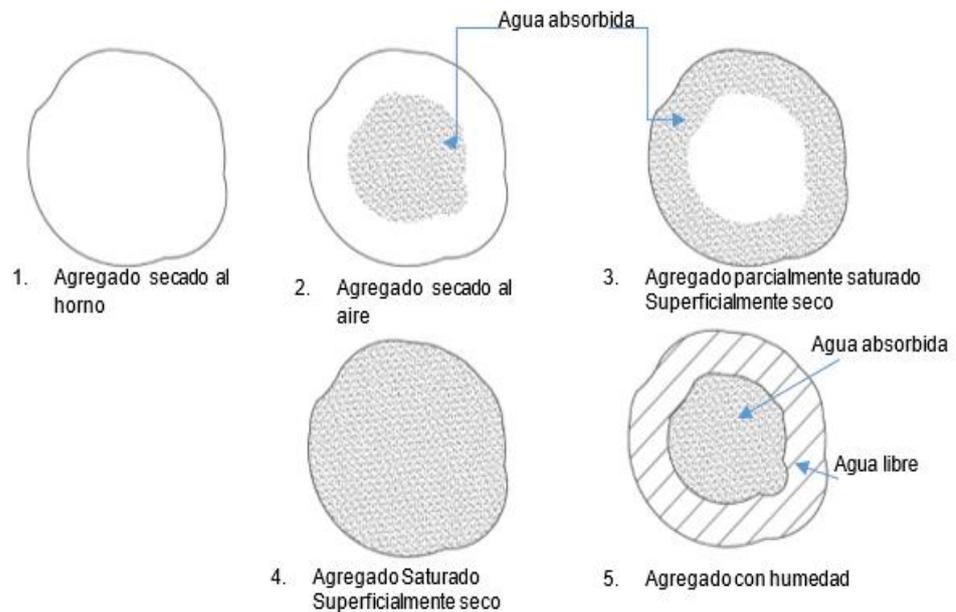


**Diagrama 5.** Clasificación de los agregados por su petrografía.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

## 2.2.2.2.2. Características físicas del agregado

### 2.2.2.2.2.1. Condición de saturación

En la figura 6 se puede ver las condiciones de saturación de los agregados, parte de la condición seca hasta cuando tiene humedad superficial.

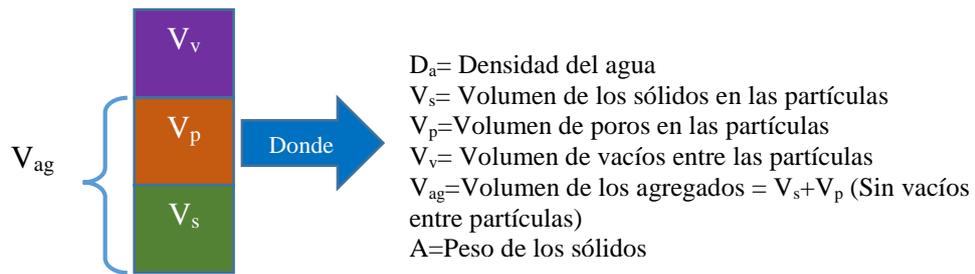


**Figura 6.** Estado de Saturación de los agregados  
Fuente: Elaboración propia (2018).

### 2.2.2.2.2.2. Peso específico

Resulta de dividir el peso entre el volumen de las partículas. Este resultado va regido por las Normas ASTM C 127 y C-128, existen tres maneras de representarlo fundamentado en el estado de saturación de los agregados. Ver Diagrama 6.





- 1 **Peso específico de la masa seca**  

$$G_b = \frac{A}{B - C} = \frac{A}{A + V_p \times D_a - A + V_s \times D_a} = \frac{A}{(V_p + V_s)D_a} = \frac{A}{V_{ag} \times D_a}$$
- 2 **Peso específico saturado superficialmente seco**  

$$G_{ss} = \frac{B}{B - C} = \frac{B}{V_{ag} \times D_a}$$
- 3 **Peso específico aparente**  

$$G_a = \frac{A}{A - C} = \frac{A}{A - A + V_s \times D_a} = \frac{A}{V_s \times D_a}$$

**Diagrama 6.** Peso específico de los agregados.  
 Fuente: Elaboración propia (2018).

“[...]Su valor para agregados normales oscila entre 2.50 y 2.75 kg/m<sup>3</sup>” (11 pág. 75).

### 2.2.2.2.3. Peso unitario

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos.

“La norma ASTM C-29, define el método estándar para evaluarlo, en la condición de acomodo de las partículas luego de compactarlas en un molde metálico apisonándolas con 25 golpes con una varilla de 5/8 pulg en 3 capas [...]” (11 pág. 75).

“El valor del peso unitario para agregados normales oscila entre 1.5 y 1.7 kg/m<sup>3</sup>” (11 pág. 76).

#### **2.2.2.2.4. Porcentaje de vacíos**

“Es la medida del volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de los agregados. Depende también del acomodo entre partículas, por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario” (11 pág. 76)

La norma ASTM C-29 establece la fórmula para calcularlo, utilizando los valores del peso específico y peso unitario estándar.

$$\% \text{ Vacíos} = \left[ \frac{S_b \times D_a - P_u \times D_a}{S_b} \right] \times 100$$

Donde:

S<sub>b</sub>= Peso específico de la masa

D<sub>a</sub>=Densidad del agua

P<sub>u</sub>=Peso unitario compactado seco

#### **2.2.2.2.5. Absorción**

“Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos internos en las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado.

Tiene importancia pues se refleja en el concreto reduciendo el agua de mezcla, con influencia en las propiedades resistentes y en la trabajabilidad, por lo que es necesario tenerla siempre en cuenta para hacer las correcciones necesarias” (11 pág. 77) .

La norma ASTM C-127 y 128 establece la metodología para calcularla.

$$\%Absorción = \frac{Peso\ s.s.s. - Peso\ seco}{Peso\ seco}$$

Donde:

P s.s.s = Peso saturado superficialmente seco

#### **2.2.2.2.6. Porosidad**

“Es el volumen de espacios dentro de las partículas de agregados.

Tiene una gran influencia en todas las demás propiedades de los agregados, pues es representativa de la estructura interna de las partículas.

No hay método estándar en ASTM para evaluarla, sin embargo, existen varias formas de determinación por lo general complejas y cuya validez es relativa.

Una manera indirecta de estimarla es mediante la determinación de la absorción, que da un orden de magnitud de la porosidad normalmente un 10% menor que la real, ya que nunca llegan a saturarse completamente los poros de las partículas.

Los valores usuales en agregados normales pueden oscilar entre 0 y 15% aunque por lo general el rango común es del 1 al 5%.

Los agregado ligeros, se pueden tener porosidades del

orden del 30 al 50%” (11 pág. 77).

#### **2.2.2.2.7. Humedad**

“Es la cantidad de agua superficial que retienen en un momento determinado las partículas de agregado [...] (11 pág. 78).

Esta característica puede conllevar a un incremento en la cantidad de agua en la mezcla de concreto, por lo que es necesario realizar correcciones en las proporciones de la mezcla por humedad.

Según la norma ASTM C-566, la humedad se calcula con la siguiente expresión:

$$\%Humedad = \frac{\text{Peso original de la muestra} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

#### **2.2.2.2.8. Manejo**

“Los Agregados fino y grueso seleccionados deberán ser manejados como materiales independientes. Cada tamaño de agregado grueso o la combinación de tamaños deberá cumplir con los requisitos de granulometría de las normas NTP 400.037 o ASTM C33” (9 pág. 71).

#### **2.2.2.2.9. Granulometría**

“La granulometría está definida como la distribución de los tamaños de las partículas que constituyen una masa de

agregados. Se determina mediante el análisis granulométrico que consiste en dividir una muestra de agregado en fracciones de igual tamaño [...]” (13 pág. 72).

#### **2.2.2.2.2.10. Módulo de fineza**

“[...] Es la suma de los porcentajes retenidos acumulativos de la serie Standard hasta el tamiz N°100 y esta cantidad se divide entre 100” (11 pág. 90).

#### **2.2.2.2.2.11. Tamaño máximo nominal**

“La norma NTP 400.037 define al tamaño máximo nominal: Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido” (12 pág. 53).

#### **2.2.2.2.2.12. Agregado caliente**

“Si el agregado está caliente por exposición al sol y es necesario enfriarlo por humedecimiento se considerará en la selección de las proporciones de la mezcla la cantidad de agua añadida, a fin de mantener la relación agua/cemento” (9 pág. 73).

#### **2.2.2.2.2.13. Agregado congelado**

“El agregado total o parcialmente congelado no deberá ser utilizado en tanto mantenga esa condición. Se utilizarán métodos apropiados para volverlo a la temperatura ambiente. En

el proceso de deshielo se tomarán precauciones para no modificar la relación agua/cemento seleccionado” (9 pág. 73).

### 2.2.2.2.3. Características químicas del agregado

#### 2.2.2.2.3.1. Reacción Álcali-Sílice

“El óxido de sodio y el óxido de potasio que constituyen los álcalis en el cemento, en ciertas cantidades y en presencia de condiciones particulares de temperatura y humedad, pueden reaccionar con ciertos minerales produciendo un gel expansivo [...]” (11 pág. 81). Ver tabla 5. para conocer esos minerales.

**Tabla 5.**  
*Reacción Álcali- Sílice en los agregados.*

<b>POTENCIALMENTE REACTIVOS CON LOS ÁLCALIS DEL CEMENTO</b>	
<b>REACCIÓN ÁLCALI-SÍLICE</b>	
Andesitas	Ópalo
Ciertas calizas y dolomitas	Pizarras Opalinas
Calcedonia	Filitas
Cristobalita	Cuarcita
Dacita	Cuarzosa
Vidrio Volcánico	Esquistos
Gneis Granítico	Pizarras Silíceas y ciertas otras formas de cuarzo
Tridimita	Vidrio Silíceo, sintético y natural

Fuente: Tópicos del concreto (12 pág. 85)

“Existen tres pruebas de laboratorio definidas en ASTM C-289, ASTM C-227 y ASTM C-295 que permiten obtener información para calificar el agregado desde el punto de vista de la reactividad” (11 pág. 82).

“[...] Una forma de colaborar en evitar la reacción alcalina es utilizando cementos con contenidos de álcalis menores de 0.6%, para lo cual se necesita requerirlo en forma especial a los fabricantes” (11 pág. 84).

#### **2.2.2.2.3.2. Reacción Álcali-Carbonatos**

Este tipo de reacción se da por el uso de cierto tipo de agregados, donde al reaccionar los carbonatos generan sustancias expansivas. Ver tabla 6. para conocer es tipo de agregados.

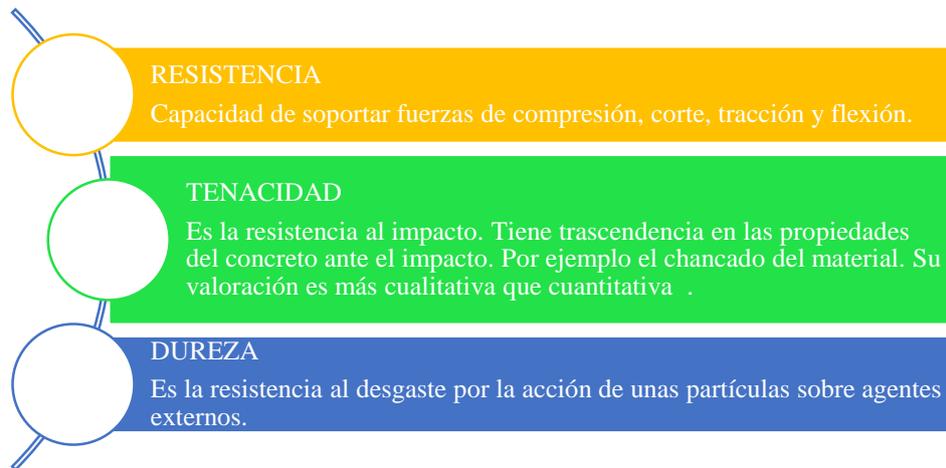
**Tabla 6.**  
*Reacción Álcali- Carbonatos en los agregados*

<b>POTENCIALMENTE REACTIVOS CON LOS ÁLCALIS DEL CEMENTO</b>
<b>REACCIÓN ALCALI-CARBONATO</b>
Dolomita Calcíticas
Calizas Dolomíticas
Dolomitas de grano fino

Fuente: Tópicos del concreto (12 pág. 85)

#### **2.2.2.2.4. Características resistentes del agregado**

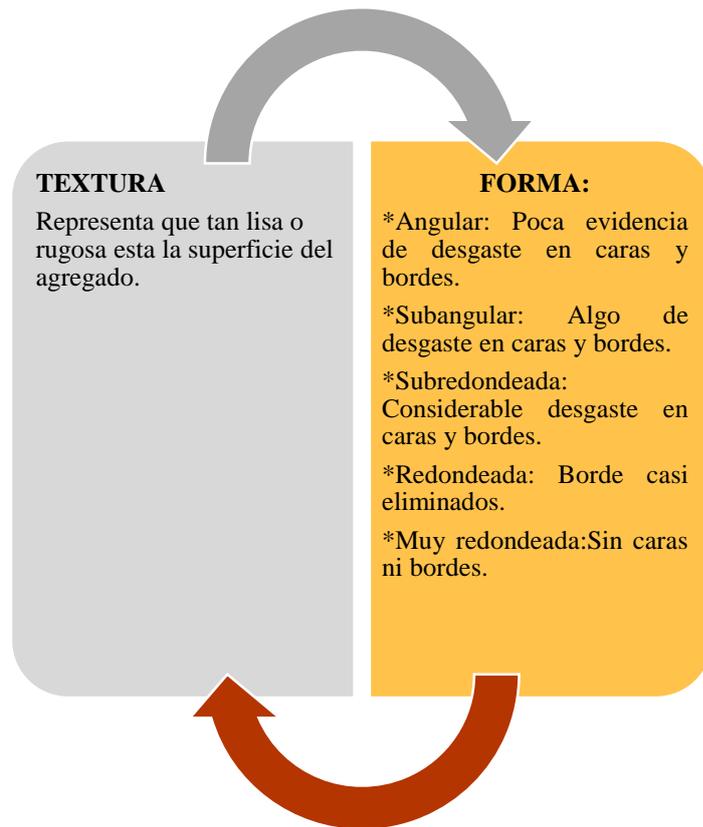
Estas características proporcionan la capacidad de soportar esfuerzos o tensiones dados por factores externos. Ver Diagrama 7.



**Diagrama 7.** Peso específico de los agregados.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

#### **2.2.2.2.5. Características geométricas y morfológicas**

“La forma y textura de las partículas de los agregados influyen grandemente en los resultados a obtenerse en las propiedades del concreto. Por un lado existe un efecto de anclaje mecánico que resulta más o menos favorable en relación con el tamaño, la forma, la textura superficial y el acomodo entre ellas. Por otro, se producen fenómenos de adherencia entre la pasta de cemento y los agregados, condicionados también por estos factores que redundan en el comportamiento y en la durabilidad del concreto” (11 pág. 86). Ver diagrama 8



**Diagrama 8.** Características resistentes del agregado  
Fuente: Elaboración propia (2018).

#### **2.2.2.2.6. Agregado fino**

“El agregado fino consistirá en arena natural, arena manufacturada, o una combinación de ambas; definiéndosele como aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa por la malla de 3/8 pulg y cumple con los límites establecidos en la Norma NTP 400.037 o ASTM C33”. (9 pág. 73).

##### **2.2.2.2.6.1. Requisitos**

“El agregado fino estará compuesto de partículas limpias, de un perfil preferentemente angular, duro, compacto y

resistente; libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas” (9 pág. 73).

#### **2.2.2.2.6.2. Granulometría**

Acorde a las Normas NTP 400.037 o ASTM C33. Para considerar un adecuado agregado fino este deberá de cumplir requisitos granulométricos establecidos por la tabla 7.

**Tabla 7.**

*Requisitos granulométricos del agregado fino.*

<b>TAMIZ</b>	<b>PORCENTAJE QUE PASA</b>
3/8" (9.50 mm)	100
N°4 ( 4.75 mm)	95-100
N°8 ( 2.36 mm)	80-100
N°16 ( 1.18 mm)	50-85
N°30 ( 600 µm)	25-60
N°50 ( 300 µm)	10-30
N°100 ( 150 µm)	2-10

Fuente: Materiales para el concreto (9 pág. 74).

El agregado fino deberá tener una granulometría preferentemente continua, no deberá tener más del 45% retenido en dos tamices consecutivos.

“En relación a su granulometría deberá de cumplir:

- a. Controlar la cantidad de material que pasa por la malla N°50 a fin de obtener en el concreto adecuada trabajabilidad.
- b. Tener un máximo de 3% a 5% de material que pasa la malla N°200.

- c. Usar un agregado grueso con poco o ningún material en las mallas N°4 y N°8 en aquellos casos en el que el agregado fino tiene un porcentaje importante de esas mallas, a fin de evitar un concreto áspero, granuloso y de acabado difícil.
- d. Evitar el uso excesivo del agregado fino” (9 pág. 74).

#### **2.2.2.2.7. Agregado grueso**

“Se define como agregado grueso al material retenido en el Tamiz N°4 y que cumple con los límites establecidos en la Norma 400.037” (9 pág. 75). Ver tabla N°8.

**Tabla 8.***Requisitos granulométricos del agregado grueso.*

<b>REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO GRUESO</b>															
<b>PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS</b>															
<b>HUSO</b>	<b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>	<b>100 mm (4 in.)</b>	<b>90 mm (3 1/2 in.)</b>	<b>75 mm (3 in.)</b>	<b>63 mm (2 1/2 in.)</b>	<b>50 mm (2 in.)</b>	<b>37.5 mm (1 1/2 in.)</b>	<b>25 mm (1 in.)</b>	<b>19 mm (3/4 in.)</b>	<b>12.5 mm (1/2 in.)</b>	<b>9.5 mm (3/8 in.)</b>	<b>4.75 mm (N°4)</b>	<b>2.36 mm (N°8)</b>	<b>1.18 mm (N°16)</b>	<b>300 µm (N°50)</b>
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 a 1 1/2 in.)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2 A 1 1/2 in.)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25 mm (2 a 1 in.)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4.75 mm (2 in. a N°4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37.5 mm a 9 mm (1 1/2 a 3/4 in.)	-	-	-	-	100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2 a N°4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 mm a 12.5 mm (1 a 1/2 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.5 mm (1 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm (1 in. a N°4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 mm a 9.5 mm (3/4 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4.75 mm (3/4 in. a N°4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2 in. a N°4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9.5 mm a 2.56 mm (3/8 in. a N°8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 in. a N°16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N°4 a N°16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente:

Diseño

de

mezcla

(12

pág.

53).

### 2.2.2.3. El agua

El agua como elemento del concreto es usado para la obtención de la hidratación del cemento, lubricación y trabajabilidad de la mezcla.

“El agua empleada en la preparación y el curado del concreto deberá de cumplir con los requisitos de la norma NTP 339.088 y ser de preferencia, potable” (12 pág. 25).

“Existe evidencia experimental que el empleo de aguas con contenidos individuales de cloruros, sulfatos y carbonatos sobre las 5000 ppm ocasionan reducción de resistencias hasta del orden del 30% con relación a concretos con agua pura” (14). Por ello es necesario cumplir con los límites permisibles, ver tabla 9.

**Tabla 9.**  
*Límites permisibles.*

DESCRIPCIÓN	LÍMITES
CLORUROS	300 ppm.
SULFATOS	300 ppm.
SALES DE MAGNESIO	150 ppm.
SALES SOLUBLES TOTALES	500 ppm.
pH	mayor de 7
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	1500 ppm.
MATERIA ORGÁNICA	10 ppm.

Fuente: Diseño de mezcla (12 pág. 26)

“Está prohibido emplear en la preparación del concreto:

- a. Aguas ácidas.
- b. Aguas calcáreas.
- c. Aguas minerales carbonatadas o naturales.
- d. Aguas que contengan residuos industriales.

- e. Aguas salobres o con un contenido de cloruro de sodio mayor de 3% o un contenido de sulfatos mayor del 1%.
- f. Aguas que contengan algas, materia orgánica, humus o descarga de desagüe.
- g. Aguas que contengan azúcares o sus derivados.
- h. Aguas que contengan sales de sodio o potasio disueltas, en especial en todos aquellos casos en que es posible la reacción álcali-agregado” (12 pág. 110).

#### **2.2.2.4. Aditivos**

“Los aditivos para el concreto son materiales orgánicos o inorgánicos que se añaden a la mezcla durante o luego de formada la pasta de cemento y que modifican en forma dirigida algunas características del proceso de hidratación, el endurecimiento e incluso la estructura interna del concreto” (11 pág. 113).

##### **2.2.2.4.1. Razones de Empleo**

###### **2.2.2.4.1.1. Durante el estado no endurecido**

“El uso de aditivos puede modificar las propiedades del concreto en estado no endurecido tales como:

- a. Reducir el contenido de agua de la mezcla.
- b. Incrementar la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua; o disminución del contenido de agua sin modificación de la trabajabilidad.
- c. Retardar o acelerar el tiempo de fraguado inicial.
- d. Reducir o prevenir la segregación o crear ligera expansión.

- e. Modificar la magnitud y/o velocidad o capacidad de exudación.
- f. Reducir, incrementar o controlar el asentamiento.
- g. Mejorar la capacidad de colocación y/o bombeo de las mezclas” (9 pág. 114)

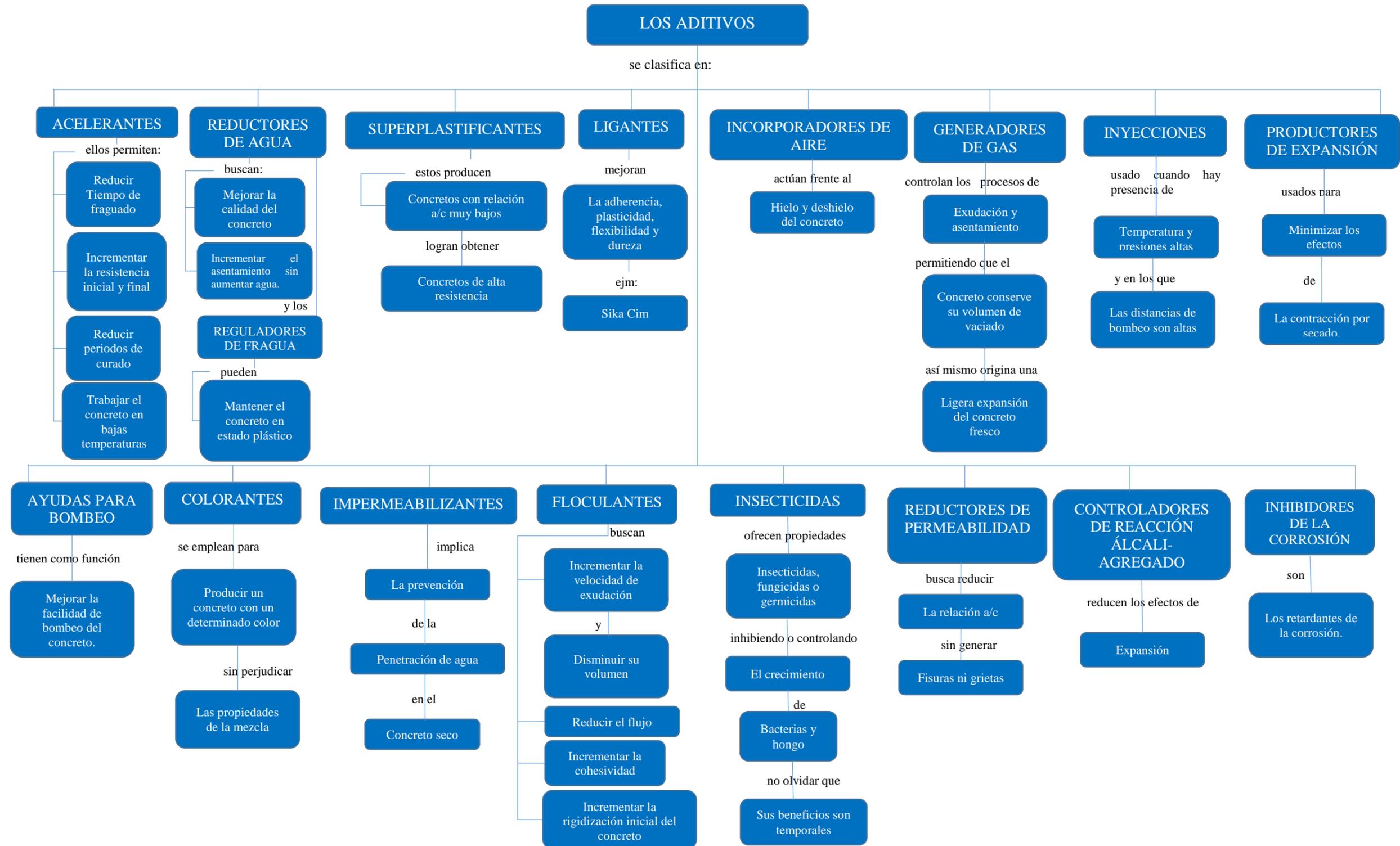
#### **2.2.2.4.1.2. Durante el estado endurecido**

“El uso de aditivos puede modificar las propiedades del concreto, mortero o lechada en estado endurecido tales como:

- a. Retardar la evolución del calor de hidratación durante el endurecimiento inicial.
- b. Acelerar el desarrollo de la resistencia a tempranas edades.
- c. Incrementar la durabilidad o resistencia frente a condiciones severas de exposición.
- d. Disminuir la permeabilidad del concreto
- e. Controlar la expansión debido a la reacción álcali-agregado.
- f. Incrementar adherencia acero-concreto, como la adherencia concreto antiguo-concreto fresco.
- g. Inhibir la corrosión del metal embebido.
- h. Producir concretos celulares” (9 pág. 114).

#### **2.2.2.4.2. Clasificación de los aditivos**

Acorde a las recomendaciones de Comité 212.1R del ACI, los aditivos se clasifican en función de su uso y el beneficio que otorguen. Ver Diagrama 9.



**Diagrama 9.** Clasificación de los aditivos  
Fuente: Elaboración propia (2018).

#### **2.2.2.5. Adiciones**

“Los materiales empleados como adiciones minerales u orgánicas en el concreto no son cemento Portland ni agregados sino productos que, molidos conjuntamente con Clinker o mezclados con el cemento Portland, producen materiales de las características de éste y cumplen con las indicaciones de la Norma ASTM C 595, reaccionando químicamente con el hidróxido de calcio resultante de la hidratación y sumando la tobermorita resultante de aquella a la producida por estas reacciones químicas, contribuyendo de esta manera incrementar la resistencia, disminuir significativamente la permeabilidad y aumentar la durabilidad del concreto en el tiempo [...]” (9 pág. 161).

##### **2.2.2.5.1. Usos**

Las adiciones del tipo mineral u orgánica pueden ser usado en cualquier tipo de concreto, por lo general en los siguientes casos:

- a. Proporcionar partículas finas al concreto.
- b. Incrementar resistencias mecánicas.
- c. Reducir costos en cuanto a materiales.
- d. Etc.

“El empleo de adiciones debe ser aprobado por el Ingeniero Proyectista y empleadas bajo estricta Supervisión” (9 pág. 161).

#### **2.2.2.5.2. Clasificación**

“La recomendación ACI 212 clasifica a las adiciones minerales en cuatro tipos:

- a. Cementantes: cementos naturales, cales hidráulicas, cementos de escorias.
- b. Puzolánicas: micro sílice, vidrios volcánicos, tierras de diatomeas.
- c. Con propiedades cementantes y Puzolánicas: cenizas, cascara de arroz.
- d. Materiales inertes: cuarzo, granito, mármol y polvos de roca”  
(9 pág. 162).

#### **2.2.2.6. La Fibra**

“La fibra se adiciona a la mezcla de concreto para mejorar su resistencia a la flexión y corte, disminuyendo o eliminando su tendencia a agrietarse, ya sea por asentamiento plástico, contracción plástica, contracciones térmicas iniciales, o por contracción por secado a largo plazo” (9 pág. 197).

##### **2.2.2.6.1. Historia**

“Desde la antigüedad, las fibras se han utilizado para reforzar materiales frágiles. La paja se usaba para reforzar los ladrillos cocidos al sol, y se utilizó la crin para reforzar el mortero de albañilería y el yeso. Una casa de pueblo construida alrededor de 1540, se cree que es la casa más antigua de los Estados Unidos,

está construida con adobe cocido por el sol reforzado con paja. En tiempos más recientes, el uso comercial a gran escala de las fibras de asbesto en una matriz de pasta de cemento comenzó con la invención del proceso Hatschek en 1898. Los productos de construcción de fibrocemento son ampliamente utilizados” (15 pág. 2).

#### **2.2.2.6.2. Concreto reforzado con fibra**

Está definido como “Concreto convencional al que se le añaden fibras de diversos materiales (acero, plástico, nylon, etc.) con objeto de crear una estructura interior que pueda resistir más a tracción que un concreto normal” (11 pág. 215).

##### **2.2.2.6.2.1. Clasificación**

###### **2.2.2.6.2.1.1. Por su material**

“La NTP 334.204:2016 clasifica al concreto reforzado con fibra según el tipo del material de la fibra incorporado” (16 pág. 6).  
Ver Diagrama 10.



**Diagrama 10.** Clasificación de las fibras por su material  
Fuente: Elaboración propia (2018) NTP 339.204 2016 (16 pág. 7).

a. Fibras de acero

Son secciones de metal con una relación longitud/diámetro que va desde 20 hasta 100. Tienen bajo contenido de carbón.

La norma ASTM A 820 sub clasifica a este tipo de fibra. Ver Diagrama 11.



**Diagrama 11.** Clasificación de las fibras de acero

Fuente: Elaboración propia (2018) Concreto reforzado con fibra (17 pág. 7)

“Los volúmenes de fibras de acero usados en concreto normalmente varían del 0.25% al 2%. Volúmenes mayores que 2% generalmente reducen la trabajabilidad y la dispersión de las fibras y requieren un diseño especial de las mezclas o técnicas especiales de colocado” (18 pág. 154)

#### b. Fibras de vidrio

Son secciones de fibra de vidrio resistentes al álcali.

La mayor aplicación del concreto reforzado con fibra de vidrio es la producción de paneles de fachada. Ver figura 7.



**Figura 7.** Uso de fibra de vidrio en los paneles de la fachada.  
Fuente: Diseño y control de Mezclas de Concreto (18 pág. 157).

### c. Fibras sintéticas

Las fibras sintéticas resultan de la investigación hecha por el hombre en el área de la ingeniería.

En el concreto se utilizan fibras sintéticas del tipo: acrílicas, aramida, carbón, nylon, poliéster, polietileno, polipropileno, etc. Ver figura 8.

“Las fibras tales como poliolefina (polipropileno y polietileno), nylon, y carbón han demostrado ser durables en el concreto” (16 pág. 7)

“Las fibras pueden reducir la contracción plástica y consecuentemente la fisuración y pueden ayudar al concreto después que se fisure [...]” (18 pág. 157).



*Figura 8.* Fibra sintética de polipropileno.

Fuente: Diseño y control de Mezclas de Concreto (18 pág. 157).

#### d. Fibras naturales

Este tipo de fibra ha sido usado como material guía para la fabricación de los otros tipos de fibras, ya que la primera fibra incorporada en la construcción civil es la paja, la misma que fue usada en la fabricación de los ladrillos de barro.

Se elige este tipo de fibra aprovechando los recursos naturales cercanos a la zona de trabajo obtenido bajos niveles de costes y energía siempre que se use para concretos con bajo contenido de fibra.

Un ejemplo de ellas es la fibra de coco, bambú, yute, etc.

#### **2.2.2.6.2.1.2. Por su funcionalidad, geometría y dosificación**

##### a. Microfibras

Este tipo de fibras están diseñadas para evitar fisuración del concreto en estado fresco o antes de las 24 horas (contracción plástica).

Su dosificación oscila entre 0.03% a 0.15% del volumen del concreto.

Generalmente está considerado en este grupo el polipropileno.

#### b. Macrofibras

Estas fibras tienen como función prevenir la fisuración en estado endurecido, ayuda a disminuir el ancho de una fisura cuando esta se presente y a obtener un funcionamiento adecuado de la estructura de la fisura. Su dosificación oscila entre 0.2% a 0.8% del volumen del concreto. Sus diámetros varían entre 0.05 mm a 2.00 mm, la relación longitud/diámetro varía entre 20 a 100.

Dentro de este grupo se encuentran las fibras sintéticas y las fibras metálicas. Ver figura 9.



**Figura 9.** Macrofibra

Fuente: Concreto reforzado con fibra (17 pág. 9)

### **2.2.2.6.3. Fibras de polipropileno**

“Las fibras de polipropileno o fibras plásticas están diseñadas exclusivamente para emplearse en el concreto y son manufacturadas en forma fibrilar en grupos de hilos interconectados. Cuando estos grupos son adicionados a la mezcla, a razón de un kilo por metro cúbico de concreto, la adición mezcladora hace que se abran y separen en millones de fibras individuales” (9 pág. 197).

#### **2.2.2.6.3.1. Tipos de fibras de polipropileno**

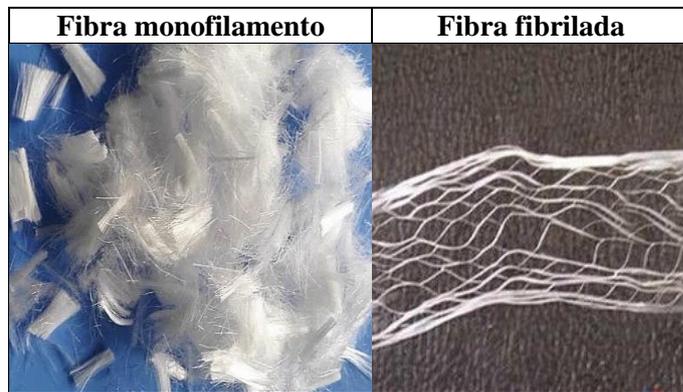
##### **a. Monofilamentos**

“Las fibras de polipropileno en forma de monofilamento son producidas en un proceso de extrusión en el cual el material es trazado en calor a través de un disco de

sección circular, generando un número de filamentos continuos” (15 pág. 42). Ver figura 10.

b. Fibriladas

“Las fibras de polipropileno fibriladas son el producto de un proceso de extracción donde el disco es rectangular, resultando unas hojas de película de polipropileno que están tejidas longitudinalmente dentro de cintas de igual ancho; las fibras son manufacturadas en paquetes pequeños fibrilados, es decir están hechos de muchas fibras pequeñas, y cuyos paquetes durante el proceso de mezclado del compuesto son cortados, por el movimiento de los agregados, en paquetes más pequeños o en fibras individuales” (15 pág. 42). Ver figura 10.



*Figura 10.* Tipos de fibra de polipropileno  
Fuente: Elite-Indus.

**2.2.2.6.3.2. Costales de rafia**

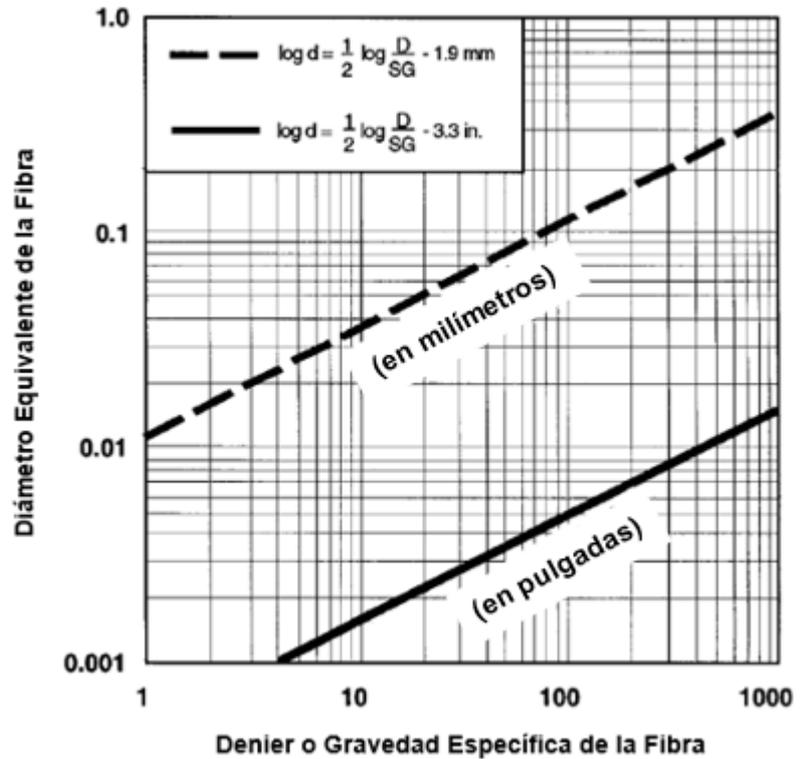
Los costales de rafia son fibras textiles sintéticas trenzadas de polipropileno, generalmente son usadas como contenedores de alimentos, fertilizantes, granos, etc.

Son de característica rígida, ligero y resistente. Vienen fabricados en diversos colores y dimensiones.

#### **2.2.2.6.4. Parámetros de uso de las fibras**

“La clasificación del tamaño y el peso de las fibras usan terminología propia de la industria textil, como por ejemplo el término denier, el cual es definido como el peso en gramos de 900 metros de fibra, de tal forma que cuando se determina el denier de una fibra se está usando el filamento de una fibra, entonces el denier de la fibra es así una medición de la finura de la fibra.

El denier es una medida de la finura de la fibra y puede ser correlacionado con el diámetro equivalente de la fibra o con la sección transversal equivalente de la fibra [...]” (15 pág. 53). Ver figura 11.



**Figura 11.** Relación en el Denier y el Diámetro equivalente de la fibra  
Fuente: State of the art report on fiber reinforced concrete American Concrete Institute. ACI 544.1R-96, reapproved 2002 (15 pág. 53).

Para determinar el diámetro equivalente de la fibra “d”, después del mezclado, se aplica la siguiente fórmula:

$$d = f \left[ \frac{D}{SG} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

- f: 0.0120 para d en mm
- f: 0.0005 para d en pulgadas
- D: Denier de la fibra
- SG: Densidad relativa de la fibra o gravedad específica de la fibra
- d= Diámetro equivalente de la fibra

“Las fibras sintéticas pueden compararse con otros tipos de fibras [...]” (15 pág. 54). Por ejemplo:

$$Esbeltex = \frac{\text{Longitud de la fibra}}{\text{Diámetro equivalente de la fibra}}$$

#### **2.2.2.6.5. Usos y prohibiciones**

“Las fibras de polipropileno diseñadas para refuerzo del concreto se utilizarán con sujeción estricta a las recomendaciones del fabricante en lo que se refiere al tipo y cantidad [...]” (9 pág. 199).

Se recomienda el uso de fibra de polipropileno para:

- Controlar las fisuras por contracción plástica.
- Proporcionar estabilidad dimensional como refuerzo secundario seguido del acero de temperatura.
- Reducir la permeabilidad del concreto.
- Incrementar la resistencia al despedazamiento e impacto en el concreto.
- Mejorar la cohesión del concreto cuando es colocado en un plano inclinado.
- Acrecentar la resistencia a la fatiga.
- Obtener una durabilidad mejorado respecto a un concreto convencional.
- Conseguir concretos resistentes a productos químicos.

No se recomienda la fibra de polipropileno para los siguientes casos:

- Control de grietas productos de agente externos

- Aumentar el número estructural del concreto CP en pavimentos o losas en pendientes.
- Obtener resistencia estructural mayor.
- Eliminación del escurrimiento plástico del concreto.
- Eliminación de juntas de control.

#### **2.2.2.6.6. Aplicaciones de las fibras de polipropileno**

- Concretos lanzados.
- Tanques de agua.
- Concreto bombeable.
- Planta de tratamiento de aguas.
- Pisos para trabajos pesados.
- Pistas y rampas de parque de aeronaves.
- Colocación de grandes volúmenes de concreto.

#### **2.2.2.7. Propiedades del concreto**

“Las propiedades del concreto son importantes porque afectan la calidad, la apariencia de la estructura terminada y su costo” (12 pág. 30).

##### **2.2.2.7.1. En estado fresco**

###### **2.2.2.7.1.1. Trabajabilidad**

“Se entiende por trabajabilidad a aquella propiedad del concreto al estado no endurecido la cual determina su capacidad para ser manipulado, transportado, colocado y consolidado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de

homogeneidad; así como para ser acabado sin que se presente segregación [...]” (12 pág. 30).

#### **2.2.2.7.1.2. Consistencia**

“La consistencia del concreto es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma; entendiéndose con ello que cuanto más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación[...]” (12 pág. 32). Ver tabla 10.

**Tabla 10.**

*Consistencia, Asentamiento y tolerancia del concreto fresco.*

<b>Consistencia</b>	<b>Asentamiento(cm)</b>	<b>Tolerancia(cm)</b>
Seca	0-2	0
Plástica	3-5	±1
Blanda	6-9	±1
Fluida	10-15	±1

Fuente: Curso básico de tecnología del concreto para ingenieros civiles (19 pág. 82)

#### **2.2.2.7.1.3. Segregación**

La segregación es la propiedad del concreto en estado fresco que origina la separación de los componentes del concreto, puede presentarse de dos formas, la primera involucra la separación por gravedad (materiales más gruesos) y la segunda forma es la separación de la pasta (mezclas fluidas); lo que puede originar cangrejas en el estado endurecido del concreto.

#### **2.2.2.7.1.4. Exudación**

“Propiedad por la cual una parte del agua se mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto[...]” (11 pág. 139).

La exudación se produce inevitablemente en el concreto, el no controlarlo puede acarrear efectos negativos en el concreto, una manera de controlarlo es realizando pruebas estándares administradas por la Norma ASTM C-232.

#### **2.2.2.7.1.5. Contracción**

“Es una de las propiedades más importantes en función de los problemas de fisuración que acarrea con frecuencia [...]” (11 pág. 140).

La contracción se origina debido a la reducción del volumen original de greda por combinación química. Esta propiedad se puede presentar en estado fresco como en estado endurecido del concreto.

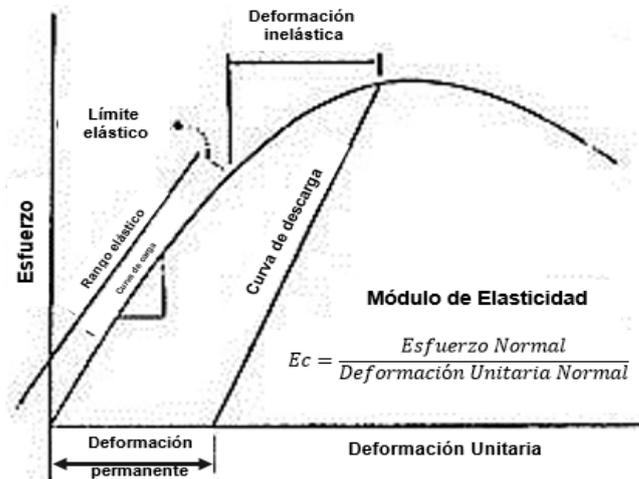
#### **2.2.2.7.2. En estado endurecido**

##### **2.2.2.7.2.1. Elasticidad**

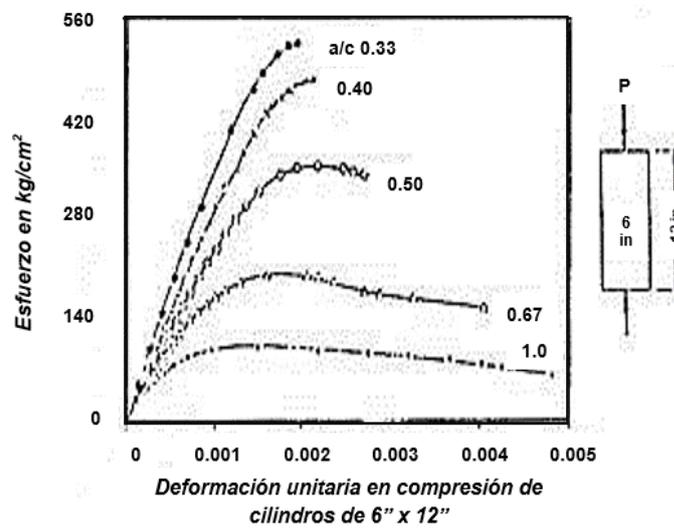
“Es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación unitaria.

El concreto no es un material elástico estrictamente hablando, ya que no tiene un comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama carga vs deformación en compresión, sin embargo, convencionalmente se acostumbra definir un Módulo de elasticidad estático del concreto mediante una recta tangente a la parte inicial del diagrama, o una recta secante que une el origen del

diagrama con un punto establecido que normalmente es un % de la tensión última” (11 pág. 141). Ver Figura 12 y Figura 13.



**Figura 12.** Deformación vs Esfuerzo del concreto  
Fuente: Tópicos del concreto (11 pág. 142).



**Figura 13.** Deformación unitaria vs Esfuerzo del concreto aplicado a testigos de concreto de 6 pulg x 12 pulg.  
Fuente: Tópicos del concreto (11 pág. 142).

#### **2.2.2.7.2.1.1. Módulo de elasticidad y módulo de corte**

Para concretos de peso unitario( $W_c$ ) comprendidos entre 1450 y 2500 kg/m<sup>2</sup>, el módulo de elasticidad se calcula:

$$E_c = W_c^{1.5} \times 0.043 \times \sqrt{f'_c}$$

Para concretos de peso unitario normal de 2300kg/m<sup>3</sup>, puede tomarse como:

$$E_c = 4700 \times \sqrt{f'_c}$$

El módulo de rigidez al esfuerzo cortante del concreto se calcula:

$$G = \frac{E_c}{2.3}$$

#### **2.2.2.7.2.1.2. Coeficiente de Poisson del concreto**

Simboliza la relación entre la deformación unitaria transversal y la deformación unitaria longitud.

Puede ser calcular de la siguiente forma:

$$G = \frac{E_c}{2.3} = \frac{E_c}{2 \times (1 + \nu)}$$

Reemplazando valores obtenemos que el coeficiente de poisson del concreto es de 0.15.

#### **2.2.2.7.2.2. Resistencia**

La propiedad más importante en el estado endurecido es la resistencia, ya que representa el máximo esfuerzo que puede soportar sin ser fracturado.

#### **2.2.2.7.2.2.1. Resistencia a la compresión del concreto( $f'_c$ )**

Su valor está regido por la relación a/c, para ello se hacen pruebas de rotura de testigos de concreto, especialmente a la edad de 28 días.

#### **2.2.2.7.2.2.2. Resistencia a la tracción del concreto ( $f_t$ )**

“La resistencia del concreto a la tracción es mucho menor que su resistencia a la compresión entre un 8% a 15% de esta” (20 pág. 25)

#### **2.2.2.7.2.3. Durabilidad**

“[...] Se define al concreto durable a aquel que puede resistir, en grado satisfactorio, los efectos de las condiciones de servicio a las cuales él está sometido” (12 pág. 34).

#### **2.2.2.7.2.4. Permeabilidad**

“La permeabilidad en el concreto se refiere a la cantidad de migración de agua u otras sustancias líquidas por los poros del material en un determinado tiempo [...] (21 pág. 10).

#### **2.2.2.7.2.5. Extensibilidad**

“Es la propiedad del concreto de deformarse sin agrietarse. Se define en función de la deformación unitaria que puede asumir el concreto sin que existan fisuraciones” (11 pág. 144).

#### **2.2.2.8. Diseño de mezcla**

Determinar el tipo y la cantidad de material a usar para un diseño de mezcla logra un equilibrio entre el costo y el beneficio, a su vez deberán ser respaldados por el cumplimiento de estándares de calidad en estado fresco y estado endurecido del concreto.

“La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cubica de concreto, conocida usualmente como diseño de mezcla, puede ser definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador e indicados en los planos y/o las especificaciones de obra.

En la selección de las proporciones de la mezcla de concreto, el diseñador debe recordar que la composición de la misma está determinada por:

- Las propiedades que debe tener el concreto endurecido, los cuales son determinados por el ingeniero estructural y se encuentra indicada en los planos y/o especificaciones de obra.
- Las propiedades del concreto al estado no endurecido, las cuales generalmente son establecidas por el ingeniero constructor en función del tipo y características de la obra y de las técnicas a ser empleadas en la colocación del concreto.

Los criterios presentados permiten tener una primera aproximación de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cubica de concreto. Estas proporciones, sea cual fuere el método empleado para determinarlas, deberán ser consideradas como valores de prueba sujetos a revisión y ajustes sobre la base de los resultados obtenidos en mezclas preparadas bajo condiciones de laboratorio y obra.

Dependiendo de las condiciones de cada caso particular, las mezclas de prueba deberán ser preparadas en el laboratorio y, de preferencia, como tandas de obra empleando el personal, materiales y equipo a ser utilizados en la construcción. Este procedimiento permite ajustar las proporciones seleccionadas en la medida que ello sea necesario hasta obtener un concreto que, tanto en estado fresco como endurecido, reúna las características y propiedades necesarias; evitando los errores derivados de asumir que los valores obtenidos en el gabinete son enteramente representativos del comportamiento del concreto bajo condiciones de obra. [...]” (12 pág. 17). Ver diagrama 12

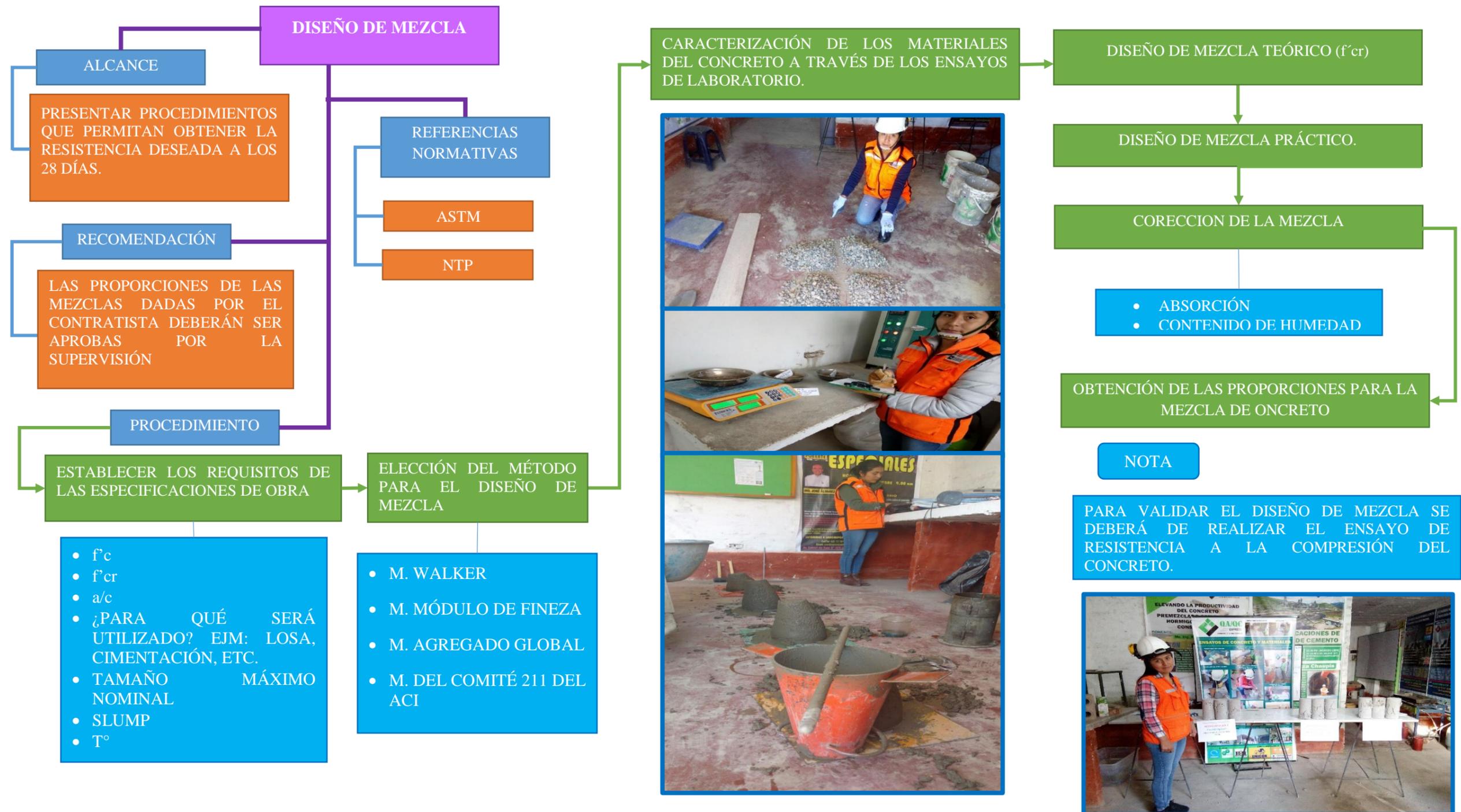


Diagrama 12. Procesos de un Diseño de Mezcla  
Fuente: Elaboración propia (2018).

## 2.2.2.8.1. Parámetros para el diseño de mezcla

### 2.2.2.8.1.1. Resistencia

**Tabla 11.**

*Resistencia estimada a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO REQUERIDA $f'cr$ (kg/cm <sup>2</sup> )
Menos de 210	$f'c+70$
De 210 a 350	$f'c+84$
Más de 350	$f'c+98$

Fuente: Diseño de mezcla (12 pág. 46).

### 2.2.2.8.1.2. Slump según el tipo de construcción

**Tabla 12.**

*Slump acorde al tipo de estructura*

TIPO DE ESTRUCTURAS	SLUMP	
	MÁXIMO	MÍNIMO
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3	1
Cimientos simples y calzaduras	3	1
Vigas y paredes armados	4	1
Columnas	4	1
Losas y pavimentos	3	1
Concreto Ciclópeo	2	1
<b>Nota:</b>		
<i>El slump puede incrementarse cuando se usan aditivos, siempre que no se modifique la relación a/c ni exista segregación ni exudación</i>		
<i>El slump puede incrementarse en 1" si no se usa vibrador en la compactación.</i>		

Fuente: Diseño de mezcla (12 pág. 62).

### 2.2.2.8.1.3. Contenido de aire atrapado

**Tabla 13.**

*Selección del contenido de aire atrapado*

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO (%)
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
6"	0.2

Fuente: Diseño de mezcla (12 pág. 62).

#### 2.2.2.8.1.4. Contenido de aire incorporado

**Tabla 14.**

*Selección del contenido de aire incorporado*

CONTENIDO DE AIRE TOTAL, EN %			
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	EXPOSICIÓN SUAVE	EXPOSICIÓN MODERADA	EXPOSICIÓN SEVERA
3/8"	4.5	6	7.5
1/2"	4	5.5	7
3/4"	3.5	5	6
1"	3	4.5	6
1 1/2"	2.5	4.5	5.5
2"	2	4	5
3"	1.5	3.5	4.5
6"	1	3	4

Fuente: Diseño de mezcla (12 pág. 62).

#### 2.2.2.8.1.5. Relación agua/cemento por resistencia

**Tabla 15.**

*Selección a/c por resistencia*

f'cr (28 DÍAS)	ESTIMACIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN PESO PARA AGREGADO GRUESO DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL INDICADO		
	3/8"	3/4"	1 1/2"
140	0.87	0.85	0.8
175	0.79	0.76	0.71
210	0.72	0.69	0.64
245	0.66	0.62	0.58
280	0.61	0.58	0.53
315	0.57	0.53	0.49
350	0.53	0.49	0.45

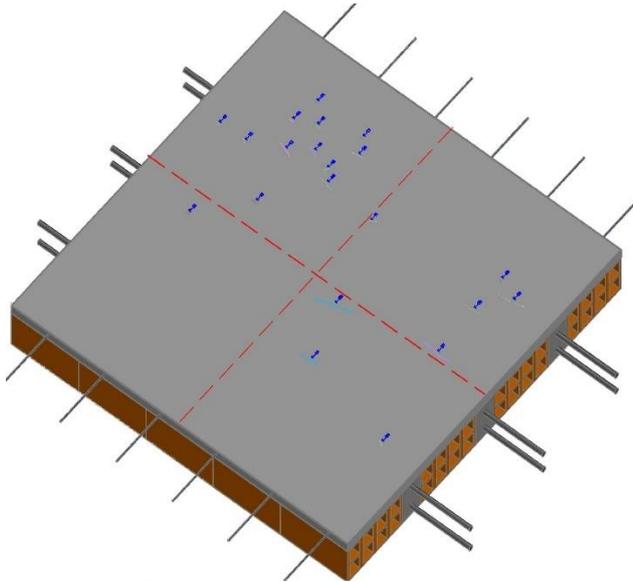
Fuente: Diseño de mezcla (12 pág. 67).

#### 2.2.2.9. Fisuración por contracción plástica

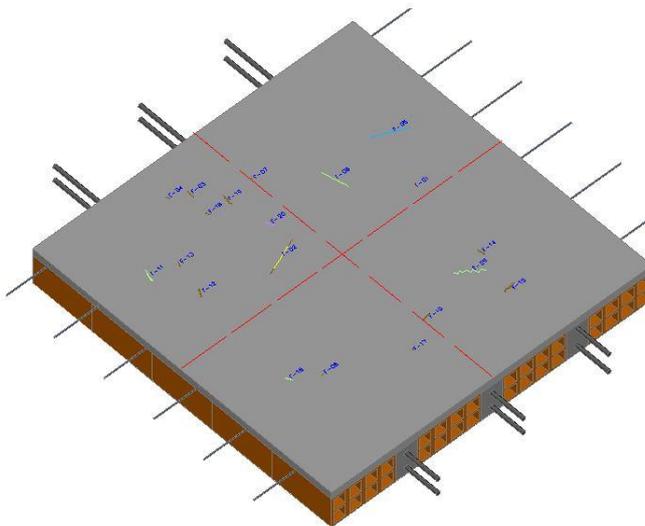
“La fisuración por contracción plástica ocurre cuando está sujeto a una pérdida de humedad muy rápida provocada por una combinación de factores que incluyen las temperaturas del aire y el hormigón, la humedad relativa y la velocidad del viento. Estos factores pueden combinarse de manera que provocan niveles altos de evaporación superficial tanto en clima caluroso como en el clima frío.

Si la humedad se evapora de la superficie del hormigón recién colocado más rápido de lo que puede ser reemplazada por el agua de exudación, el hormigón superficial se contrae. Debido a la restricción proporcionada por el hormigón debajo de la capa superficial que se seca, en el hormigón débil, plástico y en proceso de rigidización se desarrollan tensiones de tracción que provocan fisuras poco profundas, pero de profundidad variable, que pueden formar un patrón poligonal aleatorio, o bien pueden aparecer básicamente paralelas unas a otras. Estas fisuras a menudo son bastante anchas en la superficie. Su longitud varía entre pocos milímetros y más de un metro, y su separación puede ser de pocos milímetros o de hasta 3m. Las fisuras por contracción plástica comienzan como fisuras de poca profundidad, pero pueden convertirse en fisuras cuya profundidad abarque la totalidad de la altura del elemento.

Como la fisuración por contracción plástica se debe a un cambio diferencial de volumen de hormigón, las medidas de control para ser exitosas, requieren reducir el cambio diferencial de volumen entre la superficie y las otras partes del hormigón” (22 pág. 2). Ver figura 14 y figura 15.



**Figura 14.** Presencia de fisuras en losas aligerada con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  sin el uso de fibras  
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 15.** Presencia de fisuras en losas aligerada con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con el uso de fibras sintéticas de rafia.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

### 2.2.2.9.1. Contracción plástica

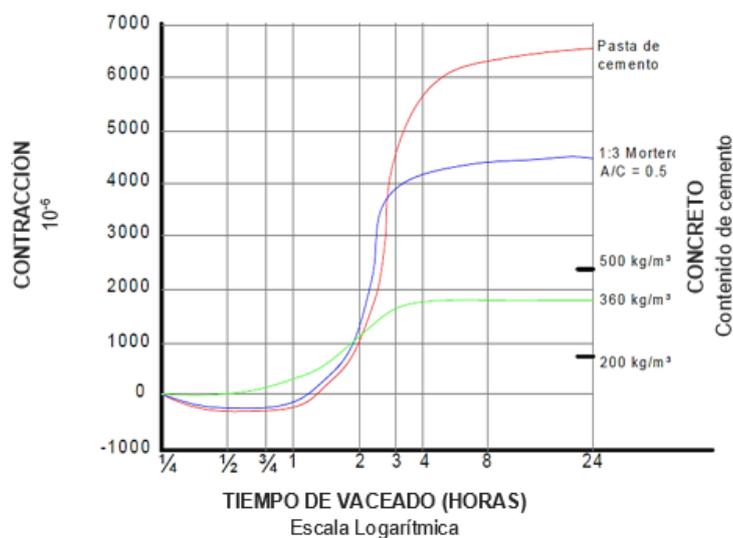
La Wittman (1982) define tres tipos de contracción: contracción capilar, contracción química, y contracción de secado. La contracción capilar, también llamada contracción plástica, está

relacionada con la contracción del concreto en su estado fresco y actúa durante las primeras horas después haber sido colocado el concreto.

La contracción química es un término utilizado para varios tipos de contracción que deben su origen a reacciones químicas en el concreto.

La contracción de secado es la deformación del hormigón endurecido producido por la pérdida de humedad.

La contracción plástica puede producirse en concreto, mortero y pasta, y se ve influenciado por el contenido de cemento, la relación agua/cemento y el volumen de la pasta. Existe una relación directa entre la aparición de la contracción plástica con el contenido de cemento y pasta y relación inversa al aumentar la relación agua/cemento. Ver Figura 2.12.



**Figura 16.** La contracción plástica en pastas, morteros y hormigones. Fuente: Tecnología del concreto (23 pág. 184)

### 2.2.2.9.2. Clasificación de las fisuras por contracción plástica de acuerdo a su tamaño

**Tabla 16.**  
*Selección a/c por resistencia*

TIPO DE FISURA	RANGO (mm)	CARACTERÍSTICA
<i>Micro fisura</i>	$e < 0.05$	Carecen de importancia
<i>Fisura</i>	$0.1 < e < 0.2$	Son peligrosas, salvo en ambientes agresivos en los que puede favorecer la corrosión.
<i>Macro fisura</i>	$e > 0.2$	Son las que pueden conllevar a fallas estructurales

Fuente: Causas, Evaluación y Reparación de Fisuras en Estructuras de Hormigón (12 pág. 3).

### 2.2.2.9.3. Monitoreo de las fisuras

“Se puede determinar la ubicación y magnitud de las fisuras mediante observaciones directas e indirectas y ensayos no destructivos y destructivos” (22 pág. 10).

#### 2.2.2.9.3.1. Observación directa e indirecta

“Se deben registrar las ubicaciones y anchos de las fisuras utilizando un esquema de la estructura. Los anchos de las fisuras se pueden medir con una precisión de 0.025 mm utilizando una tarjeta de comparación” (22 pág. 10). Ver figura 17 y figura 18.



**Figura 17.** Control de fisuras en losa aligerada con  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  sin el uso de fibras

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 18.** Control de fisuras en losa aligerada con  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  con el uso de fibras sintéticas de rafia  
Fuente: Elaboración propia (2018).

#### 2.2.2.9.3.2. Pruebas no destructivas y destructivas

“Las pruebas destructivas involucra los ensayos de perforación diamantina y las no destructivas la realización de ensayos como por ejemplo el uso de pacómetro, el mismo que transmite el pulso a través del elemento” (22 pág. 12). Ver figura 19.



**Figura 19.** Pacómetro  
Fuente: Causas, Evaluación y Reparación de Fisuras en Estructuras de Hormigón (12 pág. 12).

#### **2.2.2.10. Proceso de mezclado del concreto**

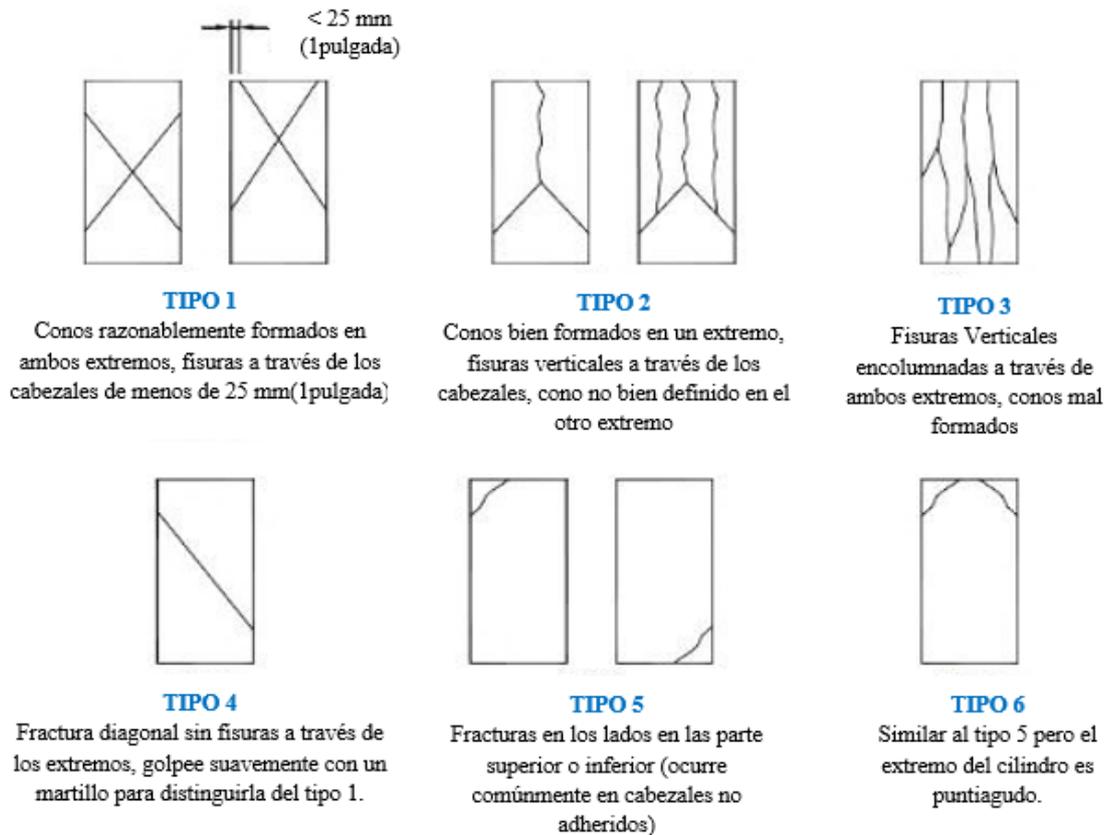
“La introducción de los componentes del concreto en la mezcladora debe hacerse en un orden determinado: En primer lugar, una parte del agregado grueso y una parte del agua, después se hace girar la mezcladora para lavar la cuba de la masa precedente. Después el cemento, el resto del agua y la arena dando a continuación unas vueltas. Finalmente, el agregado grueso en orden creciente de tamaños” (24 pág. 19).

Para la investigación el proceso de mezclado sigue los siguientes pasos:

1. Humedecimiento de la mezcladora – porción de agua
2. Introducción de agregado grueso
3. Se agrega agregado fino
4. Se agrega el cemento
5. Se agrega la fibra
6. Se introduce la otra porción de agua

“Seguidamente se debe de mezclar el concreto durante tres minutos a partir del momento en que todos los ingredientes estén en la mezcladora. Se apaga la mezcladora durante tres minutos y se pone en funcionamiento durante dos minutos de agitación final” (25 pág. 775). Estos procedimientos han sido realizados a nivel de laboratorio.

### 2.2.2.11. Tipos de fallas en testigos de concreto



**Figura 20.** Tipos de fractura en los testigos de concreto  
Fuente: ASTM C39

### 2.2.2.12. Losas

“Las losas son elementos estructurales que hacen factible la existencia de los pisos y techos de una edificación.

Tienen dos funciones principales desde el punto de vista estructural: la primera, ligada a las cargas de gravedad, que es la transmisión hacia las vigas de las cargas propias de la losa, el piso terminado, la sobrecarga y eventualmente tabiques u otros elementos apoyados a ellos; y la segunda, ligada a las cargas de sismo, que es la obtención de la unidad de la estructura, de manera que esta tenga un comportamiento uniforme en cada piso, logrando

que las columnas y muros se deformen una misma cantidad en cada nivel” (26 pág. 15).

Las losas se pueden clasificar en:

a. Losas macizas

Tienen un espesor conformado por concreto.

b. Losas nervadas

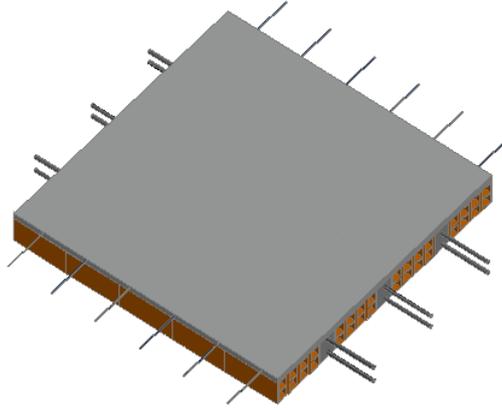
Tienen nervios o viguetas ubicadas a cierta distancia, están unidas por una losa maciza delgada, por lo que necesita un encofrado que cubra la superficie lateral de las nervaduras y el fondo de la losa superior.

c. Losas aligeradas

“Son en esencia losas nervadas, pero tienen como diferencia, que el espacio existente entre las nervaduras o viguetas esté relleno por un ladrillo aligerado (con espacios vacíos tubulares). El encofrado de estas losas está conformado por tablas de madera o viguetas de acero independientes y ubicadas exactamente por debajo de las viguetas” (26 pág. 18).

Ver figura 21

En el Perú los espesores de las losas aligeradas son de 17 cm, 20 cm, 25 cm y 30 cm.



**Figura 21.** Esquema de una losa aligerada  
Fuente: Elaboración propia (2018).

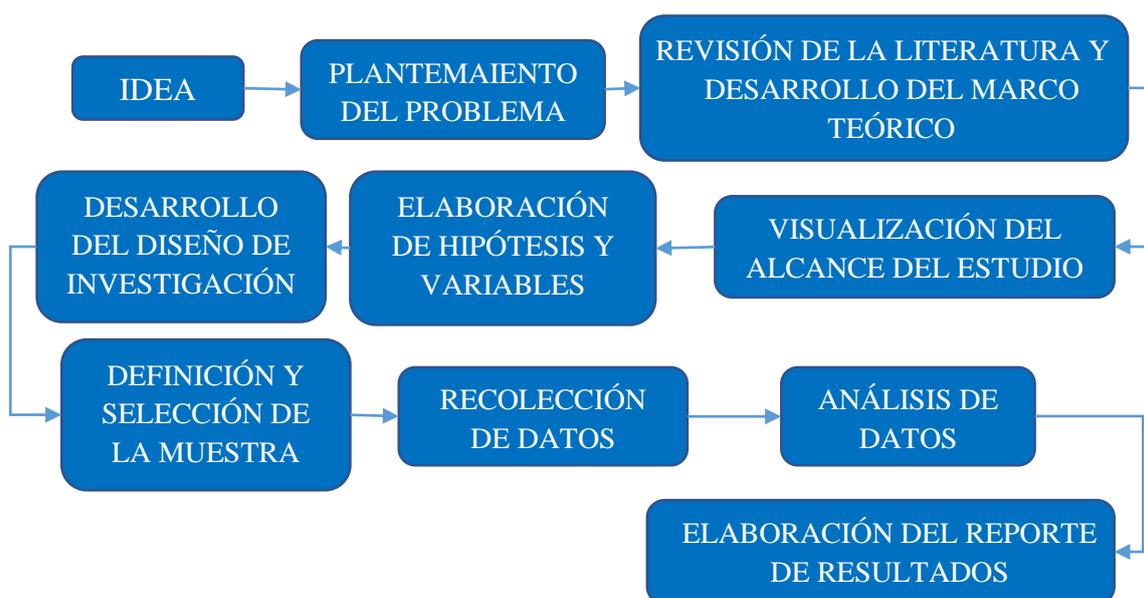
### CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. Método, y alcance de la investigación

##### 3.1.1. Enfoque de la investigación

La investigación empleó un enfoque cuantitativo, debido a que es secuencial y probatorio. Ver Figura 22.



**Figura 22.** Proceso cuantitativo de la investigación  
Fuente: Metodología de la Investigación (3 pág. 5).

### **3.1.2. Método de la investigación**

Para la presente tesis se usó el método experimental, puesto que: “El método experimental consiste en comprobar y medir las variaciones o efectos que sufre una situación cuando en ellas se introduce una nueva causa, dejando las demás causas en igual estado. En los experimentos controlados, se cambian uno o más factores bajo condiciones que permitan evaluar los efectos del cambio, si lo hay” (27 pág. 37).

### **3.1.3. Tipo de investigación**

#### **3.1.3.1. Según su finalidad**

“Es una investigación tecnológica porque tiene como fin buscar mecanismos que puedan ser útiles inmediatamente” (27 pág. 37).

#### **3.1.3.2. Según su profundidad u objeto**

“Es una investigación experimental, debido a que estudia las relaciones de causalidad utilizando la metodología experimental con la finalidad de controlar los fenómenos” (27 pág. 37).

### **3.1.4. Nivel de la investigación**

“Es explicativo, puesto que va más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales, su interés se centra en explicar porque ocurre un fenómeno y en qué

condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables. Las investigaciones explicativas son más estructuradas que los estudios con los demás alcances y, de hecho, implican los propósitos de éstos (exploración, descripción y correlación o asociación); además de que proporcionan un sentido de entendimiento del fenómeno a que hacen referencia [...]” (3 págs. 83-84).

### 3.2. Diseño de la investigación

Diseño experimental, ya que se establece las condiciones de las comparaciones que exigen las hipótesis y permite al investigador interpretar los datos a través del análisis estadístico.

Tipo cuasi experimental: Modelo Contralanceado, consiste en investigar grupos intactos ya determinados, su característica principal es que los elementos pasan por diversas condiciones experimentales, los cuales representan los diferentes valores de la variable independiente.



**Figura 23.** Diseño de la investigación.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

La presente tesis está estructurada en:

- Grupo control (GP): Representado por mezclas de concreto convencional (concreto patrón). Se elaboraron testigos de concreto que fueron ensayos a la resistencia a la compresión a los 28 días para  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $245 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ .
- Grupo experimental(GE): Representado por mezclas de concreto con fibra sintética de rafia, se realizaron combinación de mezcla en función de longitudes (3.5 cm, 2.5 cm y 1.5 cm) y dosis (0.7 kg/m<sup>3</sup>, 1.4 kg/m<sup>3</sup> y 2.0 kg/m<sup>3</sup>).

Ver tabla 17.

**Tabla 17.**  
*Estructuración de la Investigación*

GRUPOS		VARIABLE INDEPENDIENTE		POST PRUEBA	
GP1	Concreto Patrón	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	-	Sin fibra	Fisuración por contracción plástica del concreto en losas aligeradas (Combinación de mezcla elegida)
GE1	Concreto con Fibra		X1	Longitud de Fibra 3.5 cm, Dosis de Fibra 0.7 Kg/m <sup>3</sup> ,	
GE2	Concreto con Fibra		X2	Longitud de Fibra 2.5 cm, Dosis de Fibra 0.7 Kg/m <sup>3</sup>	
GE3	Concreto con Fibra		X3	Longitud de Fibra 1.5 cm, Dosis de Fibra 0.7 Kg/m <sup>3</sup>	
GE4	Concreto con Fibra		X4	Longitud de Fibra 3.5 cm, Dosis de Fibra 1.4 Kg/m <sup>3</sup> ,	
GE5	Concreto con Fibra		X5	Longitud de Fibra 2.5 cm, Dosis de Fibra 1.4 Kg/m <sup>3</sup>	
GE6	Concreto con Fibra		X6	Longitud de Fibra 1.5 cm, Dosis de Fibra 1.4 Kg/m <sup>3</sup>	
GE7	Concreto con Fibra		X7	Longitud de Fibra 3.5 cm, Dosis de Fibra 2.0 Kg/m <sup>3</sup> ,	
GE8	Concreto con Fibra		X8	Longitud de Fibra 2.5 cm, Dosis de Fibra 2.0 Kg/m <sup>3</sup>	
GE9	Concreto con Fibra		X9	Longitud de Fibra 1.5 cm, Dosis de Fibra 2.0 Kg/m <sup>3</sup>	
GP2	Concreto Patrón	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup>	-	Sin fibra	
GE10	Concreto con Fibra		X10	Longitud de Fibra 3.5 cm, Dosis de Fibra 0.7 Kg/m <sup>3</sup> ,	
GE11	Concreto con Fibra		X11	Longitud de Fibra 2.5 cm, Dosis de Fibra 0.7 Kg/m <sup>3</sup>	
GE12	Concreto con Fibra		X12	Longitud de Fibra 1.5 cm, Dosis de Fibra 0.7 Kg/m <sup>3</sup>	
GE13	Concreto con Fibra		X13	Longitud de Fibra 3.5 cm, Dosis de Fibra 1.4 Kg/m <sup>3</sup> ,	
GE14	Concreto con Fibra		X14	Longitud de Fibra 2.5 cm, Dosis de Fibra 1.4 Kg/m <sup>3</sup>	
GE15	Concreto con Fibra		X15	Longitud de Fibra 1.5 cm, Dosis de Fibra 1.4 Kg/m <sup>3</sup>	
GE16	Concreto con Fibra		X16	Longitud de Fibra 3.5 cm, Dosis de Fibra 2.0 Kg/m <sup>3</sup> ,	
GE17	Concreto con Fibra		X17	Longitud de Fibra 2.5 cm, Dosis de Fibra 2.0 Kg/m <sup>3</sup>	
GE18	Concreto con Fibra		X18	Longitud de Fibra 1.5 cm, Dosis de Fibra 2.0 Kg/m <sup>3</sup>	
GP3	Concreto Patrón	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	-	Sin fibra	
GE19	Concreto con Fibra		X19	Longitud de Fibra 3.5 cm, Dosis de Fibra 0.7 Kg/m <sup>3</sup> ,	
GE20	Concreto con Fibra		X20	Longitud de Fibra 2.5 cm, Dosis de Fibra 0.7 Kg/m <sup>3</sup>	
GE21	Concreto con Fibra		X21	Longitud de Fibra 1.5 cm, Dosis de Fibra 0.7 Kg/m <sup>3</sup>	
GE22	Concreto con Fibra		X22	Longitud de Fibra 3.5 cm, Dosis de Fibra 1.4 Kg/m <sup>3</sup> ,	
GE23	Concreto con Fibra		X23	Longitud de Fibra 2.5 cm, Dosis de Fibra 1.4 Kg/m <sup>3</sup>	
GE24	Concreto con Fibra		X24	Longitud de Fibra 1.5 cm, Dosis de Fibra 1.4 Kg/m <sup>3</sup>	
GE25	Concreto con Fibra		X25	Longitud de Fibra 3.5 cm, Dosis de Fibra 2.0 Kg/m <sup>3</sup> ,	
GE26	Concreto con Fibra		X26	Longitud de Fibra 2.5 cm, Dosis de Fibra 2.0 Kg/m <sup>3</sup>	
GE27	Concreto con Fibra		X27	Longitud de Fibra 1.5 cm, Dosis de Fibra 2.0 Kg/m <sup>3</sup>	

Fuente: Elaboración propia (2018).

### **3.3. Población y muestra**

#### **3.3.1. Población**

Losas aligeradas con  $f'c = 210, 245, 280 \text{ kg/cm}^2$ , construidas en el Distrito de Pilcomayo, que utilizaron: cemento Portland Andino Tipo I, Agregado Grueso de la cantera de 3 de diciembre, agregado fino de la cantera de Orcotuna y Agua potable de la zona urbana de Pilcomayo.

#### **3.3.2. Muestra**

##### **a. Tipo de muestreo**

No probabilístico e intencional

##### **b. Tamaño de la muestra**

###### **I. Para resistencia**

450 testigos de concreto de 4"x 8"

- Grupo control: 45 testigos, compuesto por 3 diseños de mezcla sin el uso de fibra sintética, con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2, 245 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ .
- Grupo experimental: 405 testigos, conformado por 27 diseños de mezcla con el uso de fibra sintética de rafia, con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2, 245 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ . Cada diseño presentará diversas combinaciones respecto a longitudes de fibra (1.5 cm, 2.5 cm y 3.5 cm), y dosis de la fibra por  $\text{m}^3$  de concreto ( $0.7 \text{ kg/m}^3, 1.4 \text{ kg/m}^3$  y  $2.00 \text{ kg/m}^3$ ).

###### **II. Para fisuración**

06 losas aligeradas de techo de 1.5m x 1.5m x 0.2 m

- Grupo control: 03 losas aligerada de techo, con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $245 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ , sin el uso de fibra sintética.
- Grupo experimental: 03 losas aligeradas de techo, con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $245 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ , con el uso de fibra sintética.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección**

La técnica utilizada para la presente investigación será la observación y experimentación, para diseños de mezcla con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $245 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ , variando cada diseño por el uso de la fibra sintética de rafia controlados por longitud y dosis; para ello se elaborarán testigos de concreto que nos permitirán conocer la resistencia a la compresión del concreto (1d,3d,7d,14d y 28d), y una vez elegida la combinación óptima para cada  $f'c$ , se elaborará losas aligeradas con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $245 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **3.4.1. Instrumentos de recolección de datos**

- Formato de diseño de mezcla
- Formato de control slump
- Formato de control de exudación
- Formato de peso unitario
- Formato de control de aire atrapado
- Formato de control de tiempo de fragua
- Formato de control de resistencia a la compresión
- Formatos de observación, ubicación y magnitud de la fisura

#### **3.4.2. Recolección de datos**

##### **3.4.2.1. Trabajo experimental**

La presente tesis elaboró 30 diseños de mezcla, se asignó a cada una de ellas una codificación acorde a los materiales que contiene, tal como se observa en la tabla 18.

**Tabla 18.**  
*Combinaciones de mezcla (Longitud de rafia– Dosis de rafia)*

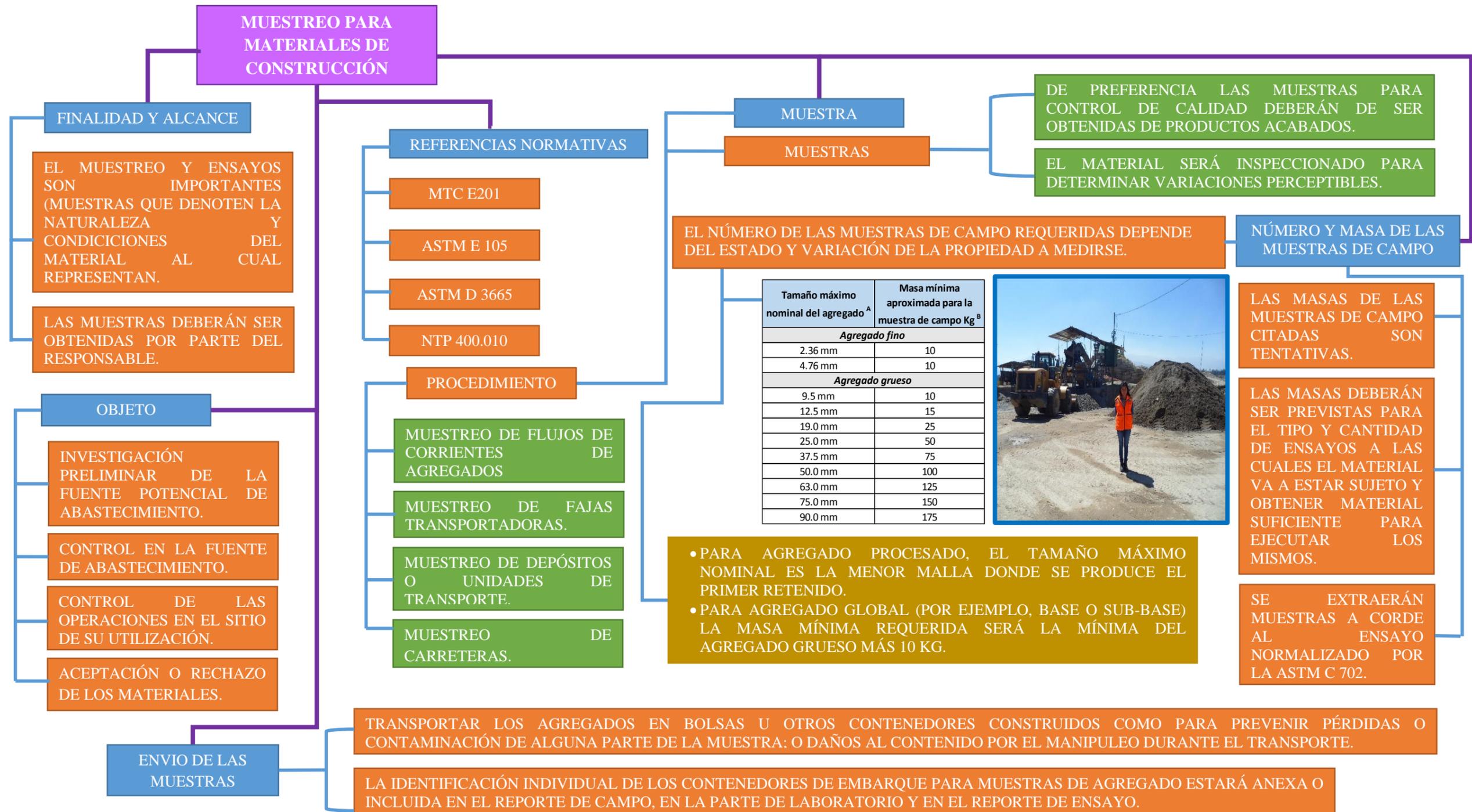
DESCRIPCIÓN	TIPO DE COMBINACIÓN DE MEZCLA (Longitud - dosis)									
$f'_{c_n} = 210 \text{ kg/cm}^2$	SIN FIBRA	L1-D1	L1-D2	L1-D3	L2-D1	L2-D2	L2-D3	L3-D1	L3-D2	L3-D3
$f'_{c_e} = 245 \text{ kg/cm}^2$	SIN FIBRA	L1-D1	L1-D2	L1-D3	L2-D1	L2-D2	L2-D3	L3-D1	L3-D2	L3-D3
$f'_{c_s} = 280 \text{ kg/cm}^2$	SIN FIBRA	L1-D1	L1-D2	L1-D3	L2-D1	L2-D2	L2-D3	L3-D1	L3-D2	L3-D3

- L1= 3.5 cm
- L2= 2.5 cm
- L3= 1.5 cm
- D1= 0.7 kg/m<sup>3</sup>
- D2= 1.4 kg/m<sup>3</sup>
- D3= 2.0 kg/m<sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia (2018).

### 3.4.2.2. Ensayos realizados

a. Extracción y preparación de las muestras



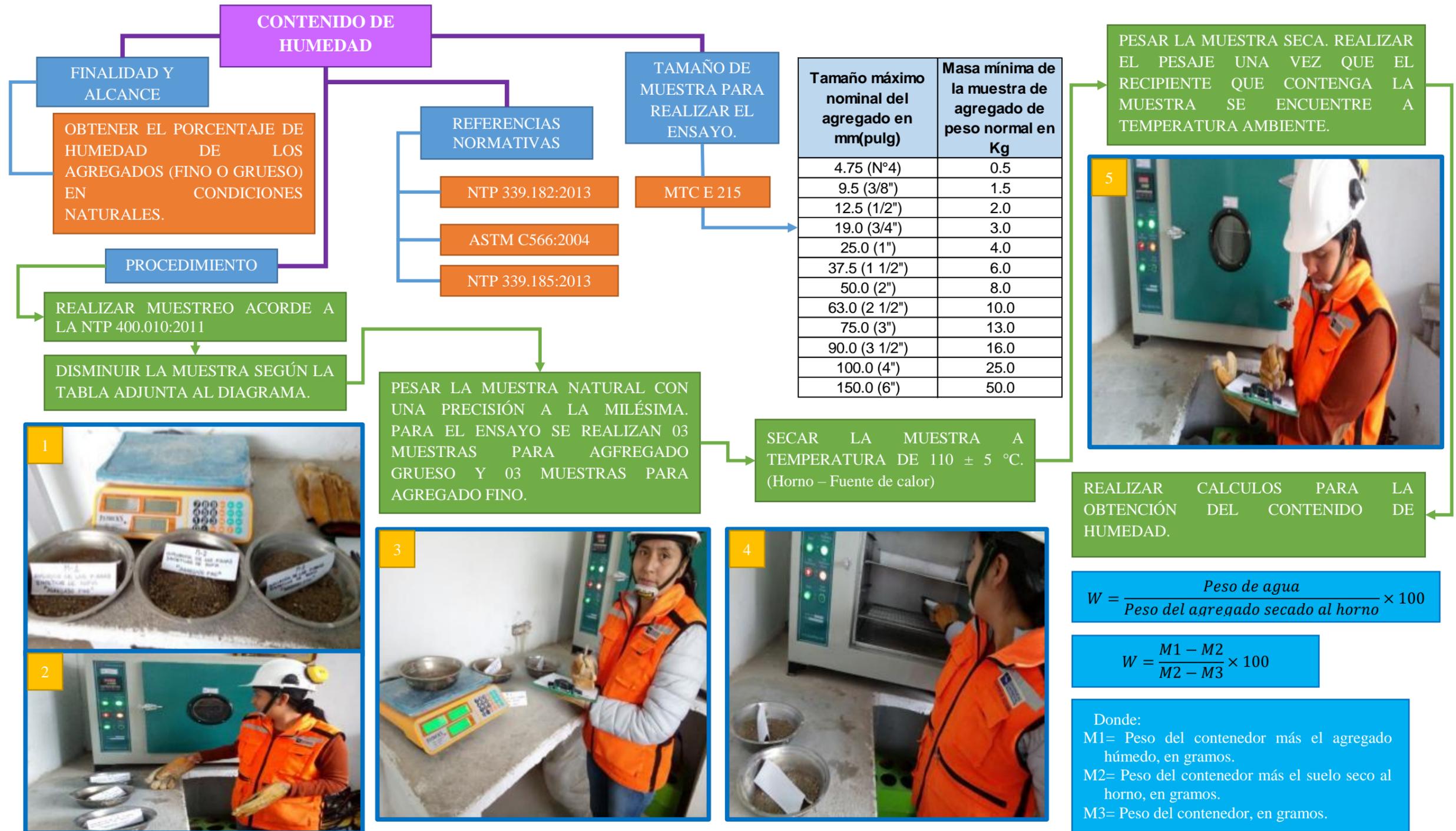
**Diagrama 13.** Muestreo para materiales de Construcción  
Fuente: Elaboración propia (2018).

b. Reducción de las muestras a tamaño de ensayo de los agregados



**Diagrama 14.** Reducción de muestras a tamaño de ensayo de los agregados  
Fuente: Elaboración propia (2018).

c. Contenido de humedad de los agregados



**Diagrama 15.** Contenido de humedad de los agregados  
Fuente: Elaboración propia (2018).

d. Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso



Diagrama 16. Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso. Fuente: Elaboración propia (2018).

e. Peso Unitario Suelto del Agregado Fino



**Diagrama 17.** Peso Unitario Suelto del Agregado Fino.  
**Fuente:** Elaboración propia (2018).

f. Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso



$$P.U.C = \frac{(\text{Peso del Agregado Grueso Compactado} + \text{Peso del Recipiente}) - \text{Peso del Recipiente}}{\text{Volumen del Recipiente}}$$

Diagrama 18. Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso. Fuente: Elaboración propia (2018).

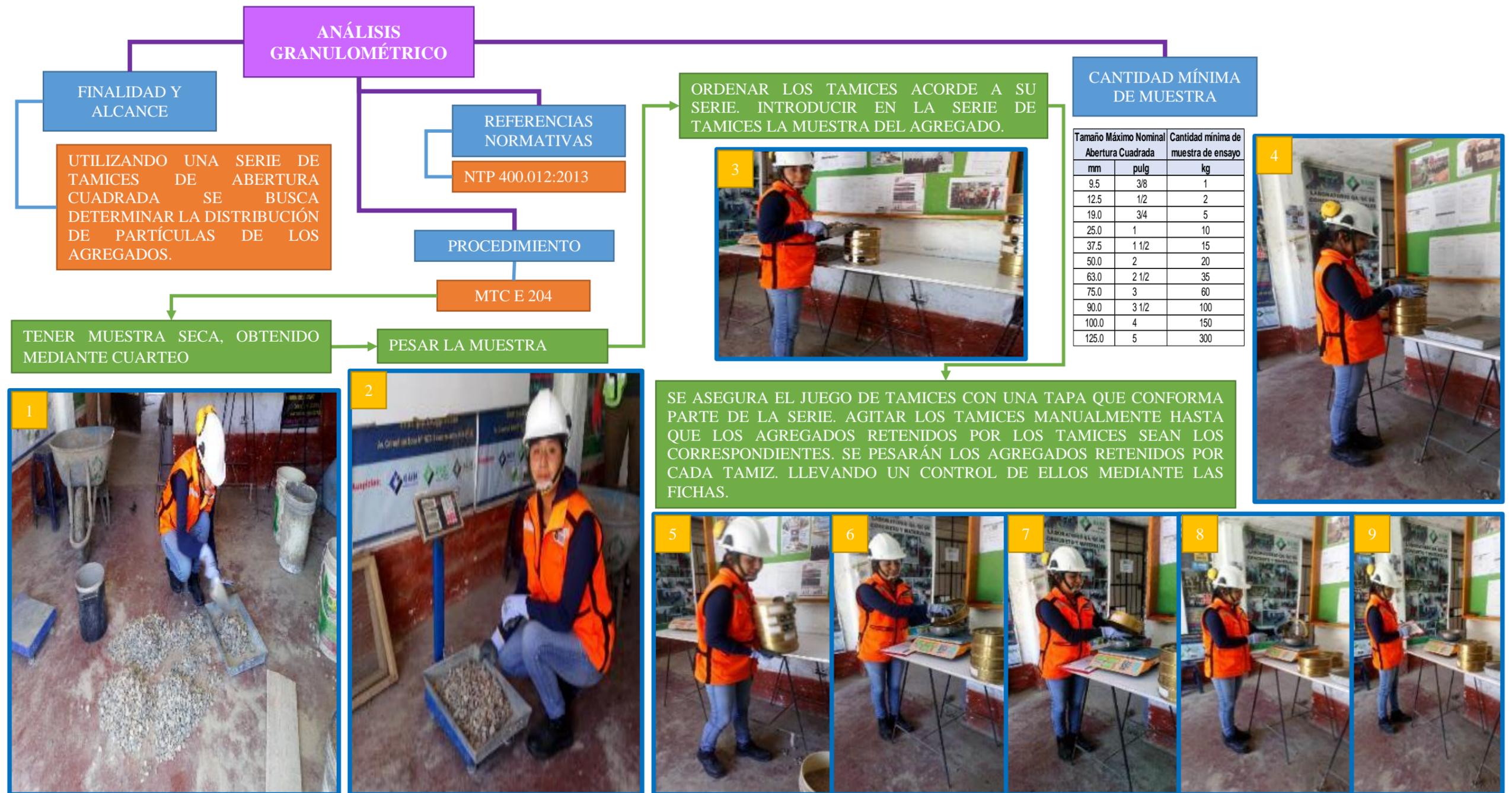
g. Peso Unitario Compactado del Agregado Fino



$$P.U.C = \frac{(\text{Peso del Agregado Fino Compactado} + \text{Peso del Recipiente}) - \text{Peso del Recipiente}}{\text{Volumen del Recipiente}}$$

Diagrama 19. Peso Unitario Compactado del Agregado Fino. Fuente: Elaboración propia (2018).

h. Análisis Granulométrico por Tamizado para el Agregado Grueso



**Diagrama 20.** Análisis Granulométrico por Tamizado para el Agregado Grueso.  
**Fuente:** Elaboración propia (2018).

i. Análisis Granulométrico por Tamizado para el Agregado Fino

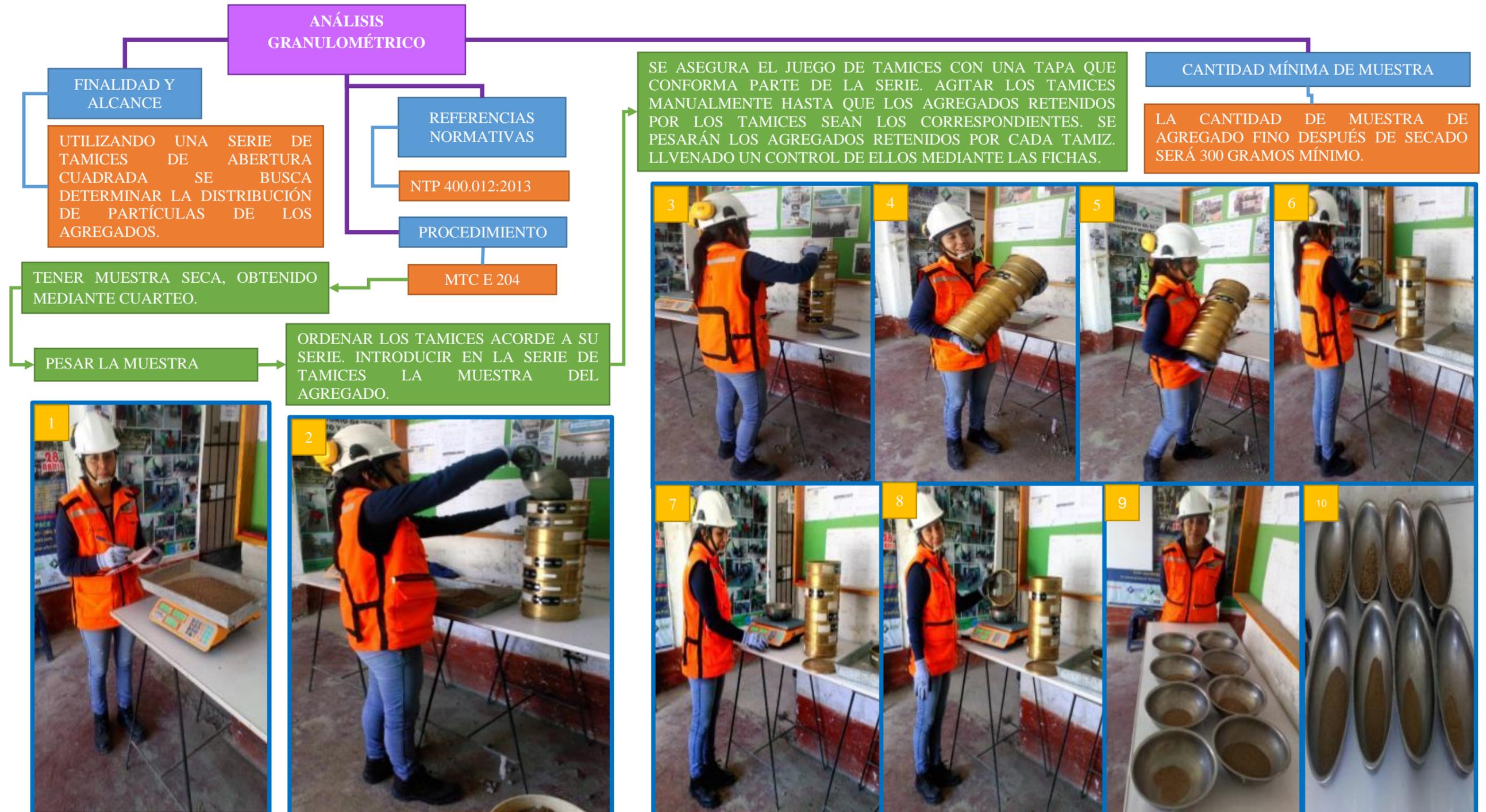


Diagrama 21. Análisis Granulométrico por Tamizado para el Agregado Fino.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

j. Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso



Diagrama 22. Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso. Fuente: Elaboración propia (2018).

k. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

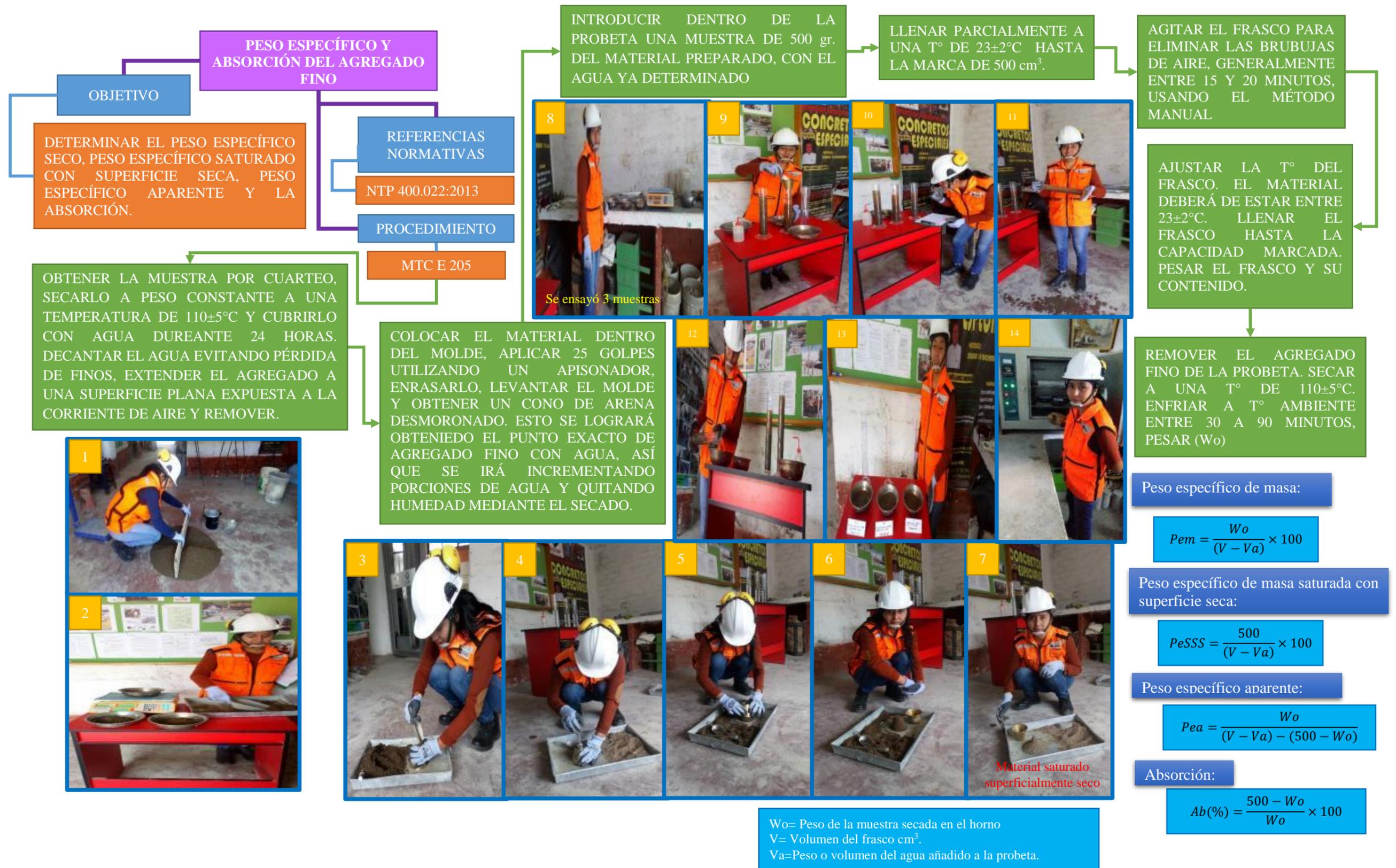


Diagrama 23. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

1. Asentamiento del concreto

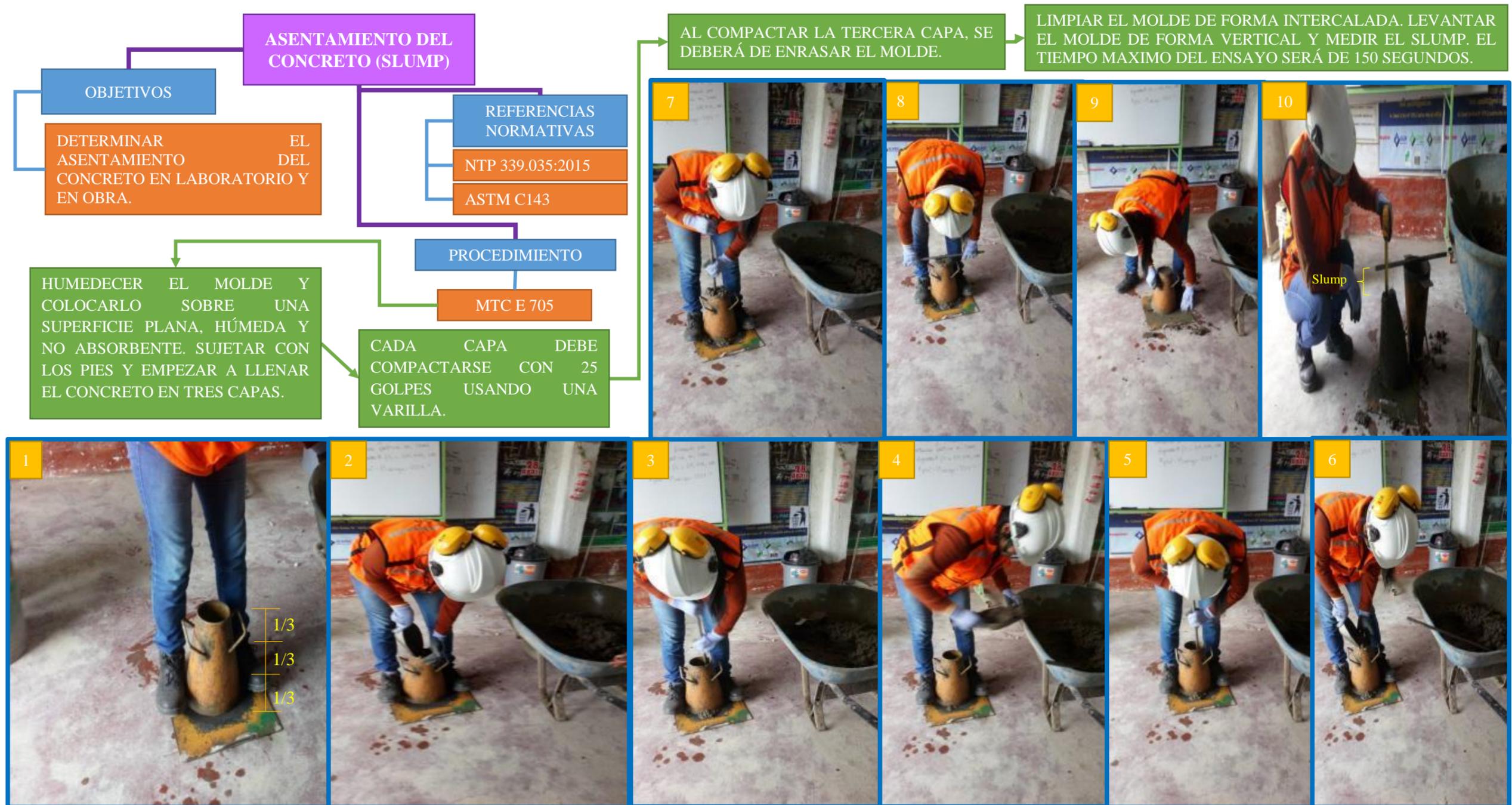


Diagrama 24. Asentamiento del concreto.  
 Fuente: Elaboración propia (2018).

m. Elaboración y curado de testigos de concreto en Laboratorio



**Diagrama 3. 1.** Elaboración y curado de testigos de concreto en Laboratorio.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

n. Contenido de Aire en el Concreto Fresco – Método presión



**Diagrama 25.** Contenido de Aire en el Concreto Fresco – Método presión.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

o. Exudación del Concreto

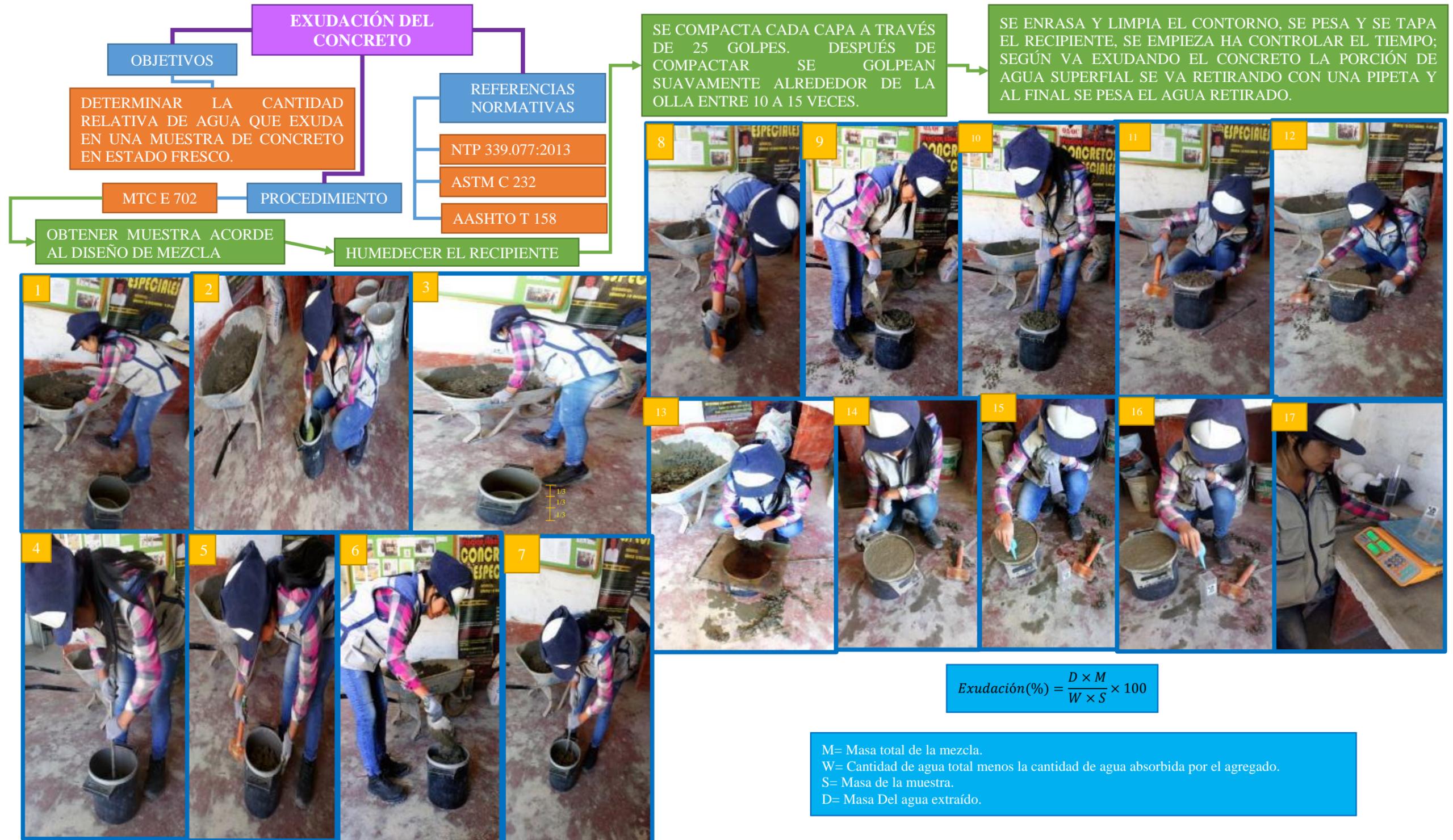


Diagrama 26. Exudación del concreto en estado fresco.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

p. Peso Unitario - rendimiento del concreto

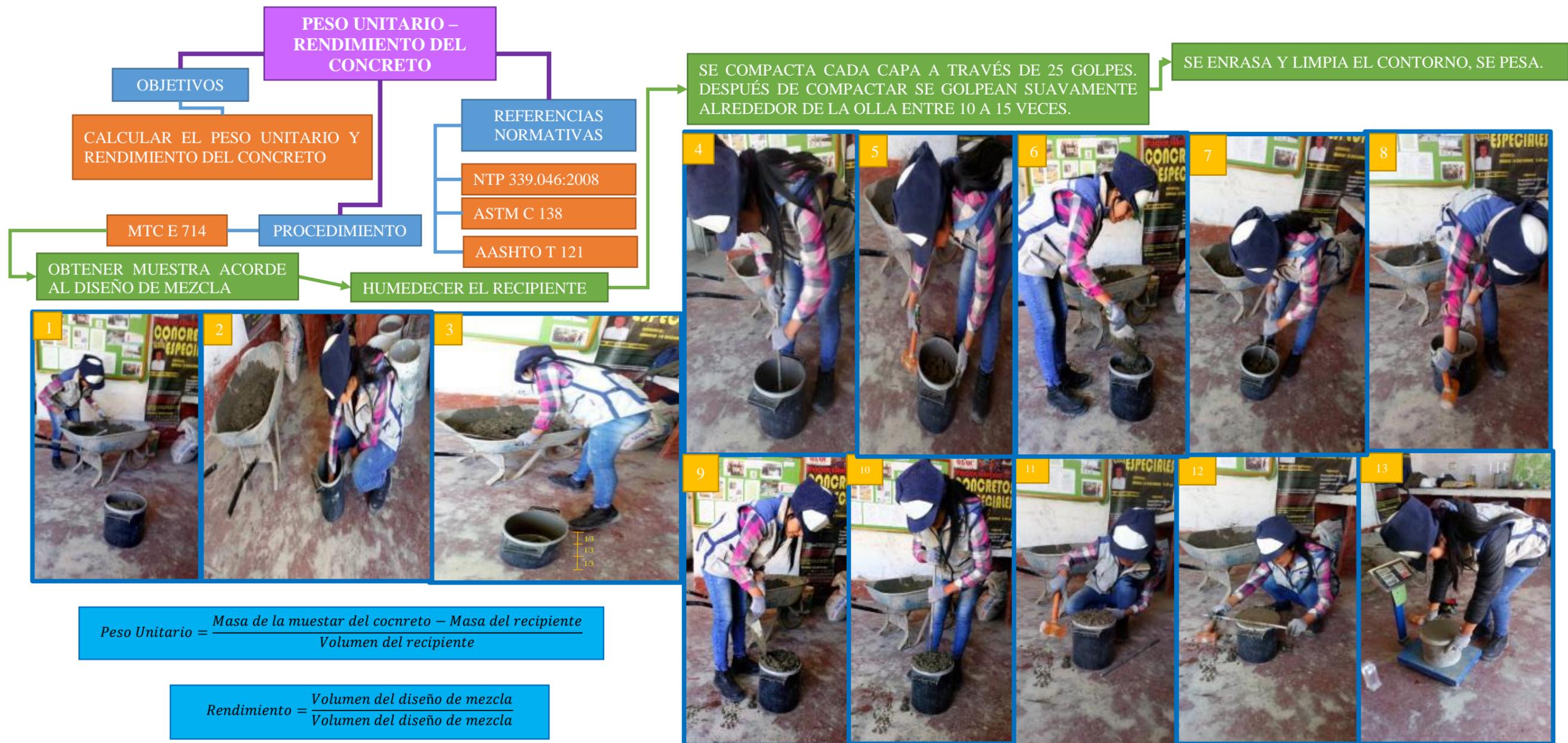
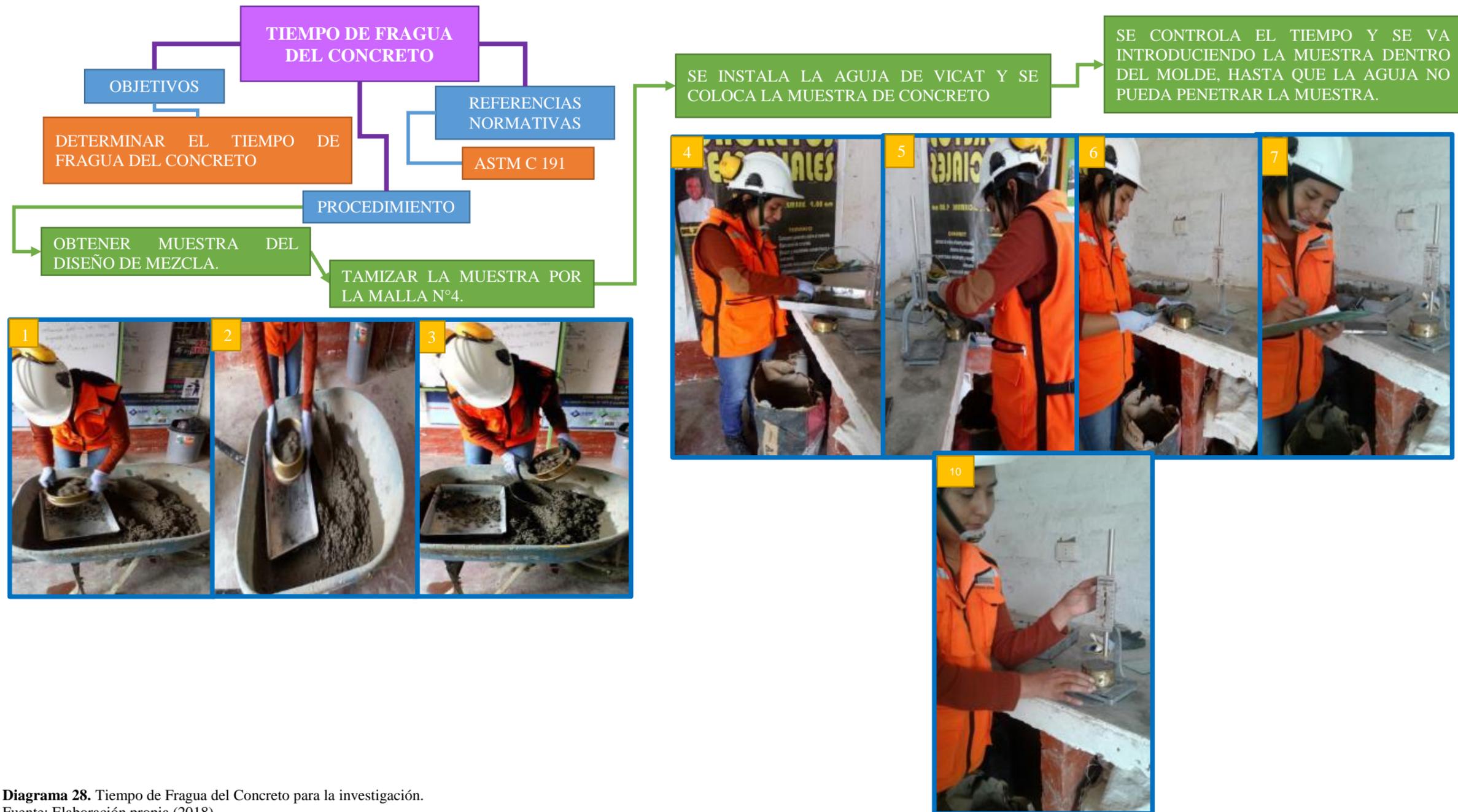


Diagrama 27. Peso Unitario - rendimiento del concreto.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

q. Tiempo de Fragua del Concreto



**Diagrama 28.** Tiempo de Fragua del Concreto para la investigación.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

r. Resistencia a la compresión del Concreto en Testigos



**Diagrama 29.** Resistencia a la compresión del Concreto en Testigos.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

s. Preparación de las fibras sintéticas de rafia para la investigación



**Diagrama 30.** Preparación de las fibras sintéticas de rafia.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

t. Control de las fisuras por contracción plástica

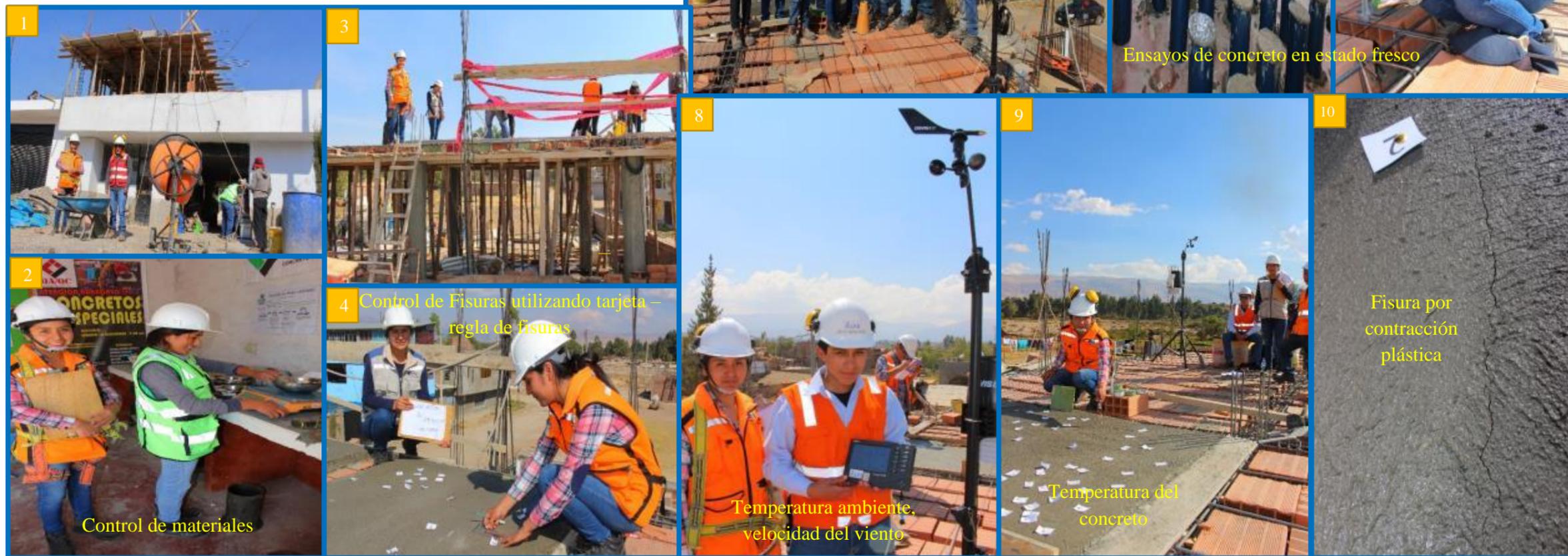
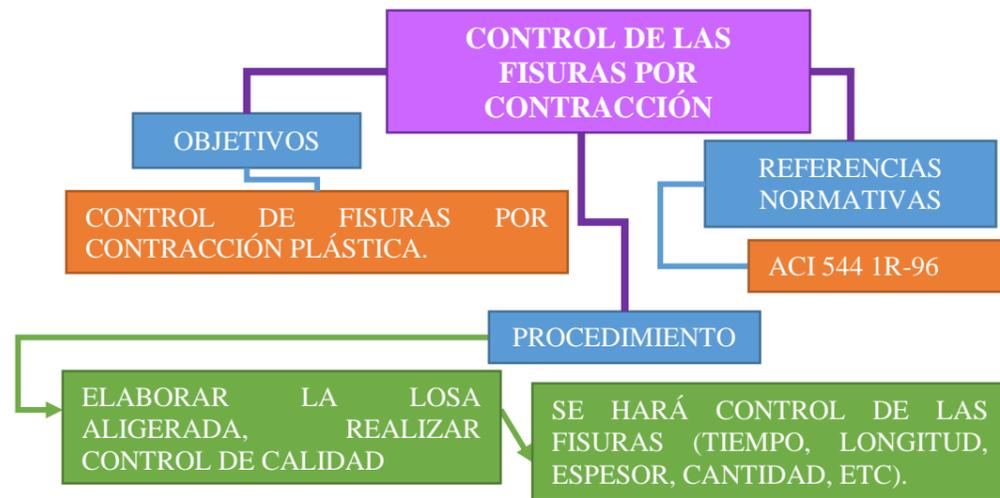


Diagrama 31. Control de las fisuras por contracción plástica.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Resultado del tratamiento y análisis de la información**

Los resultados obtenidos en la presente investigación se muestran en el orden siguiente:

- Resultados de ensayos en laboratorio
- Estadística Descriptiva
- Estadística Inferencial

##### **4.1.1. Resultados de ensayos en laboratorio**

La presente investigación realizó los ensayos a nivel de Laboratorio, para dar veracidad a los datos recaudados ver anexos, donde se muestran los certificados de calidad de los ensayos realizados.

Para una mejor comprensión y caracterización se generó una codificación a cada combinación de mezcla, ver Tabla 19.

**Tabla 19.***Combinaciones de los diseños de mezcla de la investigación ( $f'c$  – Longitud de rafia – Dosis de rafia)*

DESCRIPCIÓN	TIPO DE COMBINACIÓN DE MEZCLA (Longitud y dosis de rafia)									
	SIN FIBRA	L1-D1	L1-D2	L1-D3	L2-D1	L2-D2	L2-D3	L3-D1	L3-D2	L3-D3
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	SIN FIBRA	L1-D1	L1-D2	L1-D3	L2-D1	L2-D2	L2-D3	L3-D1	L3-D2	L3-D3
$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$	SIN FIBRA	L1-D1	L1-D2	L1-D3	L2-D1	L2-D2	L2-D3	L3-D1	L3-D2	L3-D3
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	SIN FIBRA	L1-D1	L1-D2	L1-D3	L2-D1	L2-D2	L2-D3	L3-D1	L3-D2	L3-D3

Fuente: Elaboración propia (2018).

Donde:

- L1= 3.5 cm
- L2= 2.5 cm
- L3= 1.5 cm
- D1= 0.7 kg/m<sup>3</sup>
- D2= 1.4 kg/m<sup>3</sup>
- D3= 2.0 kg/m<sup>3</sup>

**4.1.1.1. Caracterización de los Agregados****Tabla 20.***Características Físicas de los Agregados*

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO			
DISEÑO DE MEZCLA MÉTODO GLOBAL	PIEDRA	ARENA	CEMENTO
Pe	2.62	2.63	3.15
% Ab.	0.91	1.63	
% W	0.10	3.09	
PUS	1470	1839	
PUC	1620	1904	
Tn max.	3/4"		
MF	7.19	3.4	
CEMENTO ANDINO TIPO I			

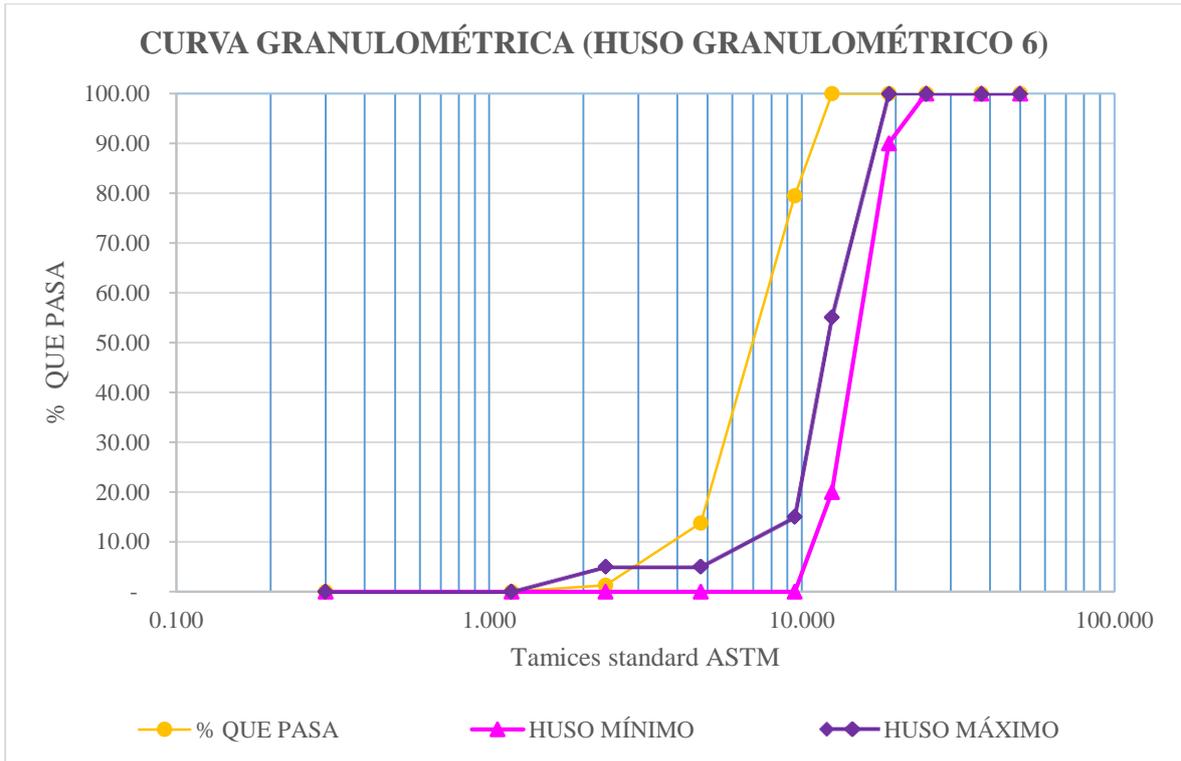
Fuente: Elaboración propia (2018).

**4.1.1.2. Ensayo Granulométrico de los Agregados****4.1.1.2.1. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso**

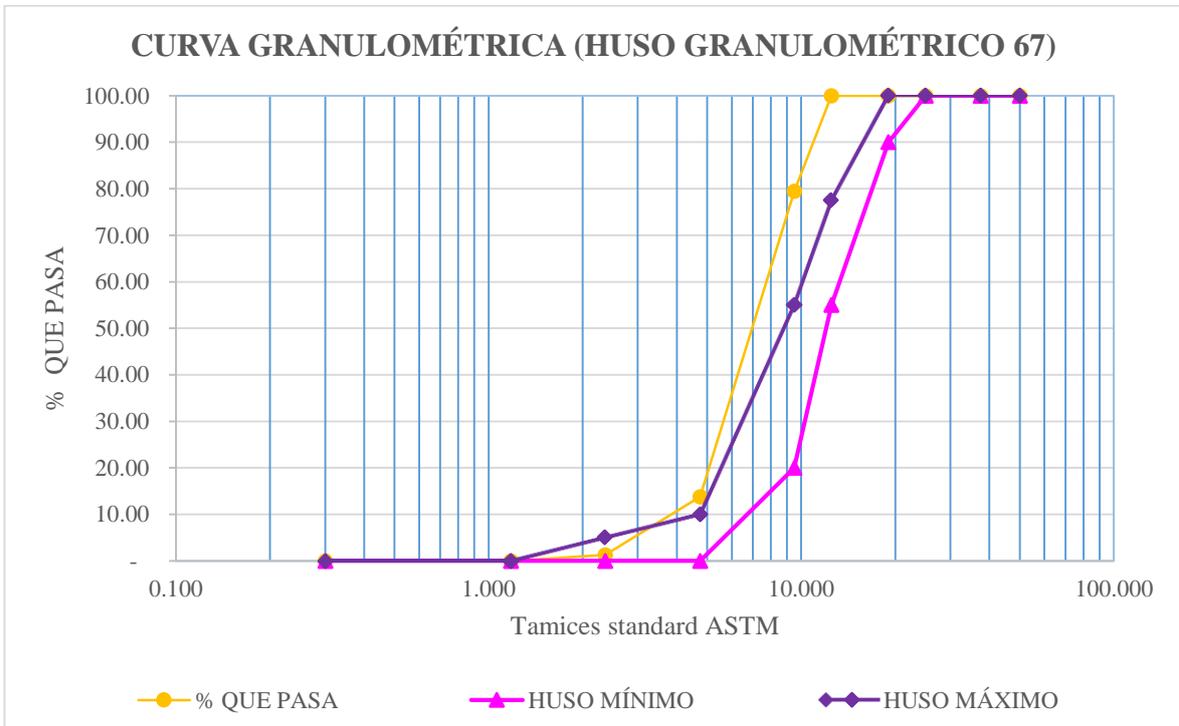
**Tabla 21.**  
Granulometría del Agregado Grueso

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS													
ENSAYO : GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.037)													
<b>TIPO DE AGREGADO:</b>		AGREGADO GRUESO											
<b>PROCEDENCIA:</b>		PIEDRA CHANCADA : 3 DE DICIEMBRE											
<b>PESO INICIAL (gr)</b>										<b>2000</b>			
TAMI Z	DIÁMETRO (mm)	MUESTRAS				ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS %			
		M1	M2	M3	PROMEDIO	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	6 (3/4" a 3/8")		67 (3/4" a N° 4)	
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05	475.00	397.00	360.00	410.67	410.67	20.53	20.53	79.47	90.00	100.00	90.00	100.00
1/2"	12.7	1318.00	1283.00	1341.00	1314.00	1,314.00	65.70	86.23	13.77	20.00	55.00	-	-
3/8"	9.5	187.00	282.00	279.00	249.33	249.33	12.47	98.70	1.30	0.00	15.00	20.00	55.00
N° 4	4.75	20.00	38.00	20.00	26.00	26.00	1.30	100.00	-	0.00	5.00	0.00	10.00
N° 8	2.36	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	100.00	-	-	-	0.00	5.00
N°16	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	100.00	-	-	-	-	-
N°30	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	100.00	-	-	-	-	-
N°50	0.295	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	100.00	-	-	-	-	-
N°100	0.1475	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	100.00	-	-	-	-	-
N° 200	0.0737	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	100.00	-	-	-	-	-
Fondo		0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	100.00	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>2000.00</b>	<b>2000.00</b>	<b>2000.00</b>	<b>2000.00</b>	2,000.00	100.00	<b>TMN:</b>	3/4"	<b>MÓDULO</b>		7.19	

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 1.** Huso Granulométrico del Agregado Grueso – Huso 6  
 Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 2.** Huso Granulométrico del Agregado Grueso – Huso 67  
 Fuente: Elaboración propia (2018)

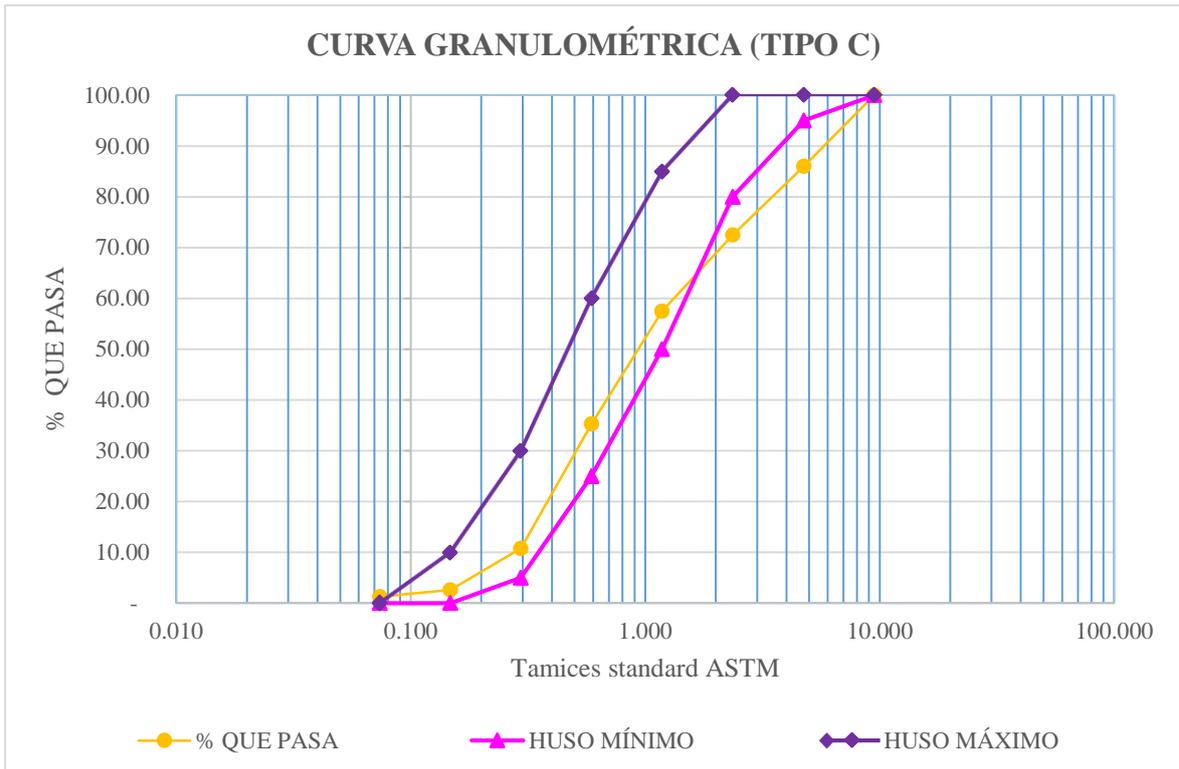
#### 4.1.1.2.2. Análisis Granulométrico del Agregado Fino

Tabla 22.

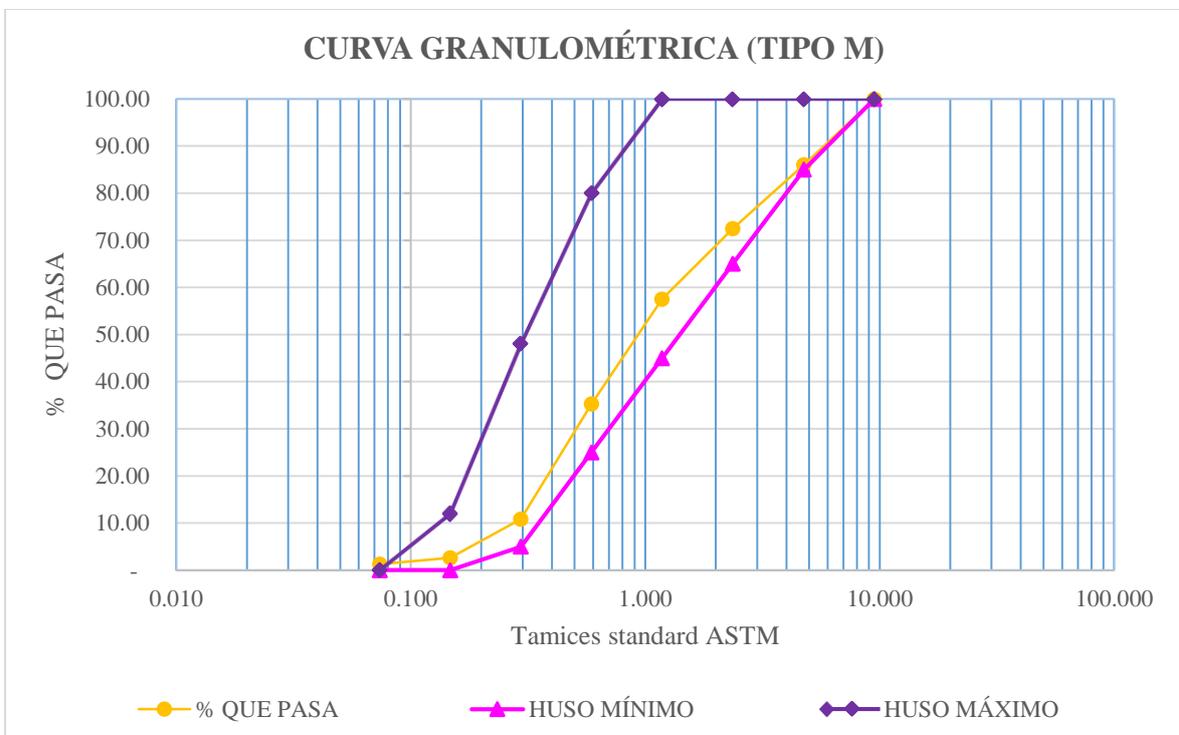
Granulometría del Agregado Fino

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS																
ENSAYO : GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO (NTP 400.037)																
TIPO DE AGREGADO:		AGREGADO GRUESO														
PROCEDENCIA:		PIEDRA CHANCADA : 3 DE DICIEMBRE														
PESO INICIAL (g)										1000						
TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	MUESTRAS				ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS %						
		M1	M2	M3	PROMEDIO	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	C		M		F		
3/8"	9.5	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
N° 4	4.75	138.00	138.00	138.00	138.00	138.00	13.80	13.80	86.20	95.00	100.00	85.00	100.00	89.00	100.00	
N° 8	2.36	137.00	137.00	137.00	137.00	137.00	13.70	27.50	72.50	80.00	100.00	65.00	100.00	80.00	100.00	
N°16	1.18	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	15.00	42.50	57.50	50.00	85.00	45.00	100.00	70.00	100.00	
N°30	0.59	222.00	222.00	222.00	222.00	222.00	22.20	64.70	35.30	25.00	60.00	25.00	80.00	55.00	100.00	
N°50	0.295	245.00	245.00	245.00	245.00	245.00	24.50	89.20	10.80	5.00	30.00	5.00	48.00	5.00	70.00	
N°100	0.1475	82.00	82.00	82.00	82.00	82.00	8.20	97.40	2.60	-	10.00	0.00	12.00	0.00	12.00	
N° 200	0.0737	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	1.30	98.70	1.30	-	-	-	-	-	-	
Fondo		13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	1.30	100.00	-	-	-	-	-	-	-	
<b>TOTAL</b>		<b>1000.0</b>	<b>1000.0</b>	<b>1000.0</b>	<b>1000.00</b>	1,000.00	100.00			<b>MÓDULO DE FINURA</b>						3.40

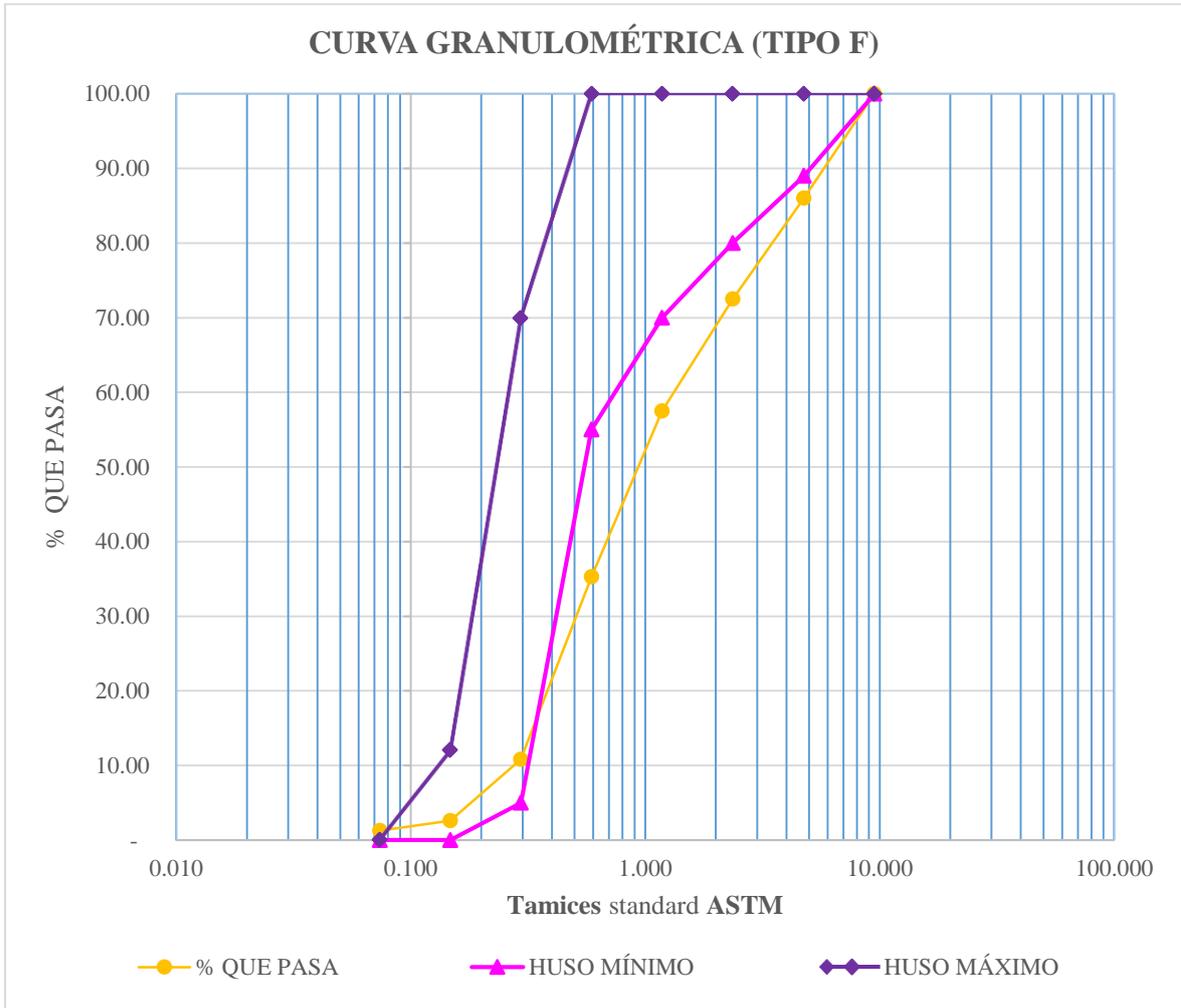
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 3.** Huso Granulométrico del Agregado Fino– Huso Tipo C  
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 4.** Huso Granulométrico del Agregado Fino– Huso Tipo M  
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 5.** Huso Granulométrico del Agregado Fino– Huso Tipo F  
 Fuente: Elaboración propia (2018).

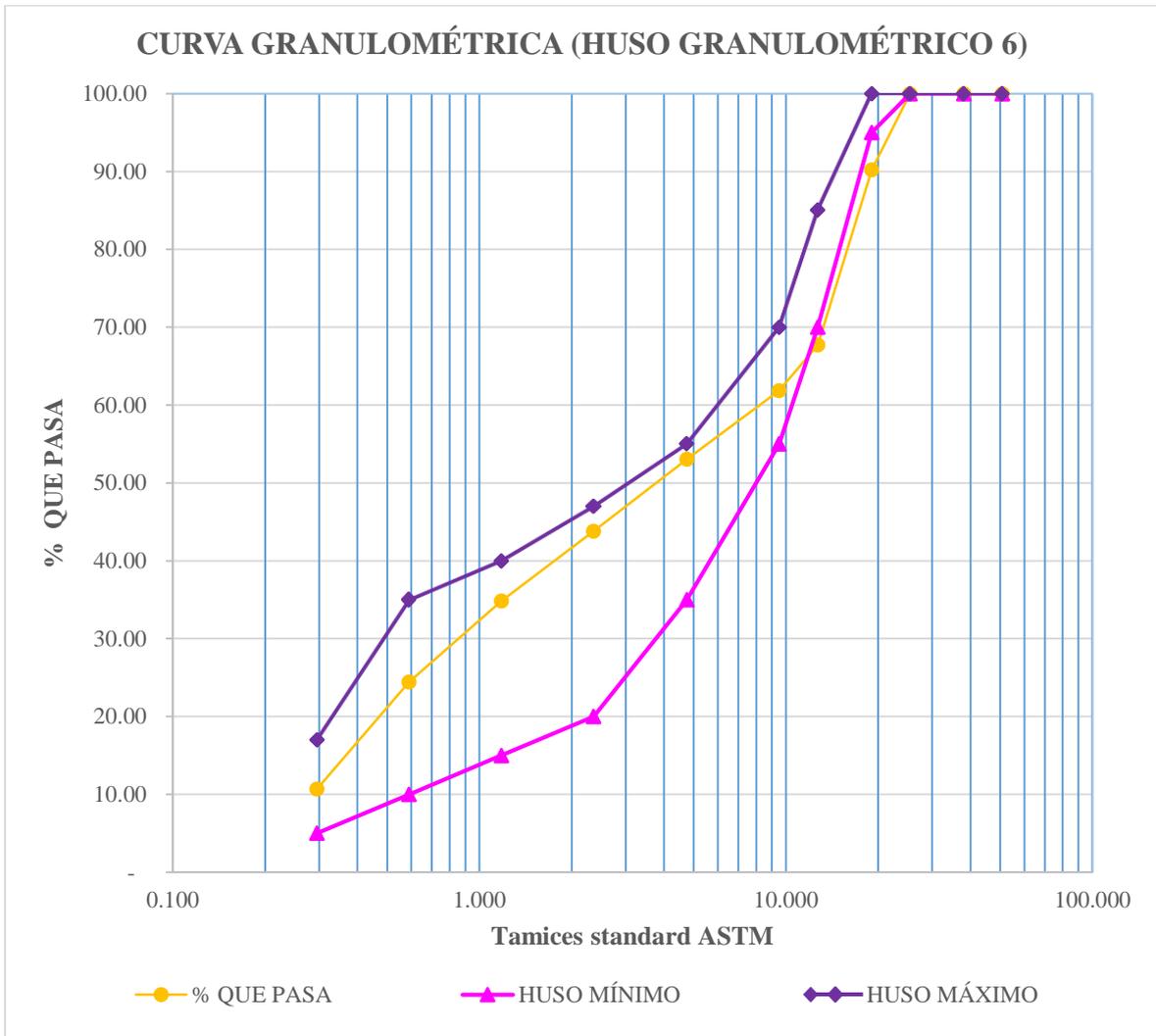
### 4.1.1.2.3. Análisis Granulométrico del Agregado Global

**Tabla 23.**

*Granulometría del Agregado Global*

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS											
ENSAYO : GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.037)											
<b>TIPO DE AGREGADO:</b>		AGREGADO GRUESO									
<b>PROCEDENCIA:</b>		PIEDRA CHANCADA : 3 DE DICIEMBRE									
<b>PESO INICIAL (gr)</b>										<b>2000</b>	
TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	MUESTRAS				ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS %	
		M1	M2	M3	PROMEDIO	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	G (3/4")	
2"	50.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	100.00	100.00	100.00
1"	25.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	100.00	-	-
3/4"	19.05	220.0	197.0	169.0	195.3	195.33	9.77	9.77	90.23	95.00	100.00
1/2"	12.7	436.0	479.0	437.0	450.7	450.67	22.53	32.30	67.70	0.00	-
3/8"	9.5	89.0	84.0	179.0	117.3	117.33	5.87	38.17	61.83	0.00	-
N° 4	4.75	157.0	199.0	171.0	175.7	175.67	8.78	46.95	53.05	35.00	55.00
N° 8	2.36	192.0	186.0	177.0	185.0	185.00	9.25	56.20	43.80	-	-
N°16	1.18	194.0	177.0	167.0	179.3	179.33	8.97	65.17	34.83	-	-
N°30	0.59	228.0	195.0	200.0	207.7	207.67	10.38	75.55	24.45	10.00	35.00
N°50	0.295	275.0	269.0	281.0	275.0	275.00	13.75	89.30	10.70	-	-
N°100	0.1475	157.0	159.0	167.0	161.0	161.00	8.05	97.35	2.65	-	8.00
N° 200	0.0737	35.0	37.0	37.0	36.3	36.33	1.82	99.17	0.83	-	-
Fondo		17.0	18.0	15.0	16.7	16.67	0.83	100.00	-	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>2000.0</b>	<b>2000.0</b>	<b>2000.0</b>	<b>2000.00</b>	2,000.00	100.00	<b>TMN:</b>	3/4"		

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 6.** Huso Granulométrico del Agregado Global– Huso Tipo G  
 Fuente: Elaboración propia (2018).

#### 4.1.1.3. Diseño de Mezcla utilizando el Método Global

**Tabla 24.***Diseño de mezcla para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  SIN FIBRA*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA		$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA		
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.61	2.46	3.84	0.558	4
Agua	0.32	1.29	2.02		
Piedra	1.05	4.19	6.55		
Arena	2.01	8.06	12.59		
Fibra	0.0000	0.0000	0.0000		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 25.***Diseño de mezcla para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L1-D1*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA		$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1 - D1		
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.63	2.52	3.93	0.558	5 1/4
Agua	0.33	1.32	2.07		
Piedra	1.04	4.16	6.50		
Arena	2.00	8.00	12.50		
Fibra	0.0012	0.0050	0.0075		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 26.***Diseño de mezcla para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L1-D2*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA		$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1 - D2		
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.63	2.54	3.97	0.558	5 3/4
Agua	0.33	1.34	2.09		
Piedra	1.04	4.15	6.48		
Arena	1.99	7.98	12.46		
Fibra	0.0020	0.0097	0.0150		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 27.***Diseño de mezcla para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L1-D3*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA		$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1 - D3		
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.64	2.56	4.00	0.5580	6 1/4
Agua	0.34	1.35	2.11		
Piedra	1.03	4.13	6.46		
Arena	1.99	7.95	12.43		
Fibra	0.0034	0.0140	0.0220		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 28.***Diseño de mezcla para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L2-D1*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA		$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2 - D1		
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.63	2.52	3.93	0.558	5 1/4
Agua	0.33	1.32	2.07		
Piedra	1.04	4.16	6.50		
Arena	2.00	8.00	12.50		
Fibra	0.0012	0.0050	0.0075		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 29.***Diseño de mezcla para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L2-D2*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA		$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2 - D2		
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.63	2.54	3.95	0.558	5 1/2
Agua	0.33	1.34	2.08		
Piedra	1.04	4.15	6.49		
Arena	2.00	7.98	12.48		
Fibra	0.0020	0.0097	0.0150		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 30.***Diseño de mezcla para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L2-D3*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA		$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2 - D3		
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.64	2.55	3.98	0.558	6
Agua	0.34	1.34	2.40		
Piedra	1.04	4.14	6.47		
Arena	1.99	7.96	12.44		
Fibra	0.0034	0.0140	0.0220		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 31.***Diseño de mezcla para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L3-D1*

DESCRIPCION	NOMENCLATURA		$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3 - D1		
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.63	2.53	3.95	0.558	5 1/2
Agua	0.33	1.33	2.08		
Piedra	1.04	4.15	6.49		
Arena	2.00	7.99	12.48		
Fibra	0.0012	0.0050	0.0075		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 32.***Diseño de mezcla para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L3-D2*

DESCRIPCION	NOMENCLATURA		$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3 - D2		
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.63	2.54	3.97	0.558	5 1/2
Agua	0.33	1.34	2.09		
Piedra	1.04	4.15	6.48		
Arena	1.99	7.98	12.46		
Fibra	0.0020	0.0097	0.0150		

Fuente: Elaboración propia (2018)..

**Tabla 33.***Diseño de mezcla para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L3-D3*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA		$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3 - D3		
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.64	2.56	4.00	0.558	6
Agua	0.34	1.35	2.11		
Piedra	1.03	4.13	6.46		
Arena	1.99	7.95	12.43		
Fibra	0.0034	0.0140	0.0220		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 34.***Diseño de mezcla para  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  SIN FIBRA*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA		$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA		
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.67	2.69	4.20	0.509	4
Agua	0.32	1.29	2.02		
Piedra	1.03	4.11	6.42		
Arena	1.98	7.91	12.36		
Fibra	0.0000	0.0000	0.0000		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 35.***Diseño de mezcla para  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1-D1*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA		$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1 - D1		
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.69	2.78	4.34	0.509	5 3/4
Agua	0.33	1.34	2.09		
Piedra	1.02	4.07	6.35		
Arena	1.96	7.82	12.22		
Fibra	0.0012	0.0050	0.0075		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 36.***Diseño de mezcla para  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1 - D2*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA		$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1 - D2		
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.70	2.80	4.38	0.509	6 1/4
Agua	0.34	1.35	2.11		
Piedra	1.01	4.05	6.33		
Arena	1.95	7.80	12.18		
Fibra	0.0020	0.0097	0.0150		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 37.***Diseño de mezcla para  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1 - D3*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA		$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1 - D3		
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.70	2.81	4.40	0.509	6 1/2
Agua	0.34	1.36	2.12		
Piedra	1.01	4.05	6.32		
Arena	1.95	7.78	12.13		
Fibra	0.0034	0.0140	0.0220		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 38.***Diseño de mezcla para  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L2 - D1*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA		$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2 - D1		
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.69	2.76	4.32	0.509	5 1/2
Agua	0.33	1.33	2.08		
Piedra	1.02	4.07	6.36		
Arena	1.96	7.83	12.26		
Fibra	0.0012	0.0050	0.0075		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 39.***Diseño de mezcla para  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L2 – D2*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2 - D2			
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.71	2.84	4.44	0.509	6
Agua	0.34	1.37	2.14		
Piedra	1.01	4.03	6.30		
Arena	1.94	7.76	12.12		
Fibra	0.0020	0.0097	0.0150		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 40.***Diseño de mezcla para  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L2 – D3*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2 - D3			
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.70	2.80	4.38	0.509	6 1/4
Agua	0.34	1.35	2.11		
Piedra	1.01	4.05	6.33		
Arena	1.95	7.80	12.18		
Fibra	0.0034	0.0140	0.0220		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 41.***Diseño de mezcla para  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L3 – D1*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L3 - D1			
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.68	2.74	4.28	0.509	5
Agua	0.33	1.32	2.06		
Piedra	1.02	4.09	6.38		
Arena	1.96	7.86	12.28		
Fibra	0.0012	0.0050	0.0075		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 42.***Diseño de mezcla para  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L3 - D2*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L3 - D2			
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.69	2.76	4.32	0.509	5 1/2
Agua	0.33	1.33	2.08		
Piedra	1.02	4.07	6.36		
Arena	1.96	7.86	12.24		
Fibra	0.0020	0.0097	0.0150		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 43.***Diseño de mezcla para  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L3 - D3*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L3 - D3			
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.70	2.80	4.38	0.509	6 1/4
Agua	0.34	1.35	2.11		
Piedra	1.01	4.05	6.33		
Arena	1.95	7.80	12.18		
Fibra	0.0034	0.0140	0.0220		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 44.***Diseño de mezcla para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  SIN FIBRA*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA			
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.73	2.93	4.58	0.466	4
Agua	0.32	1.29	2.01		
Piedra	1.01	4.03	6.30		
Arena	1.94	7.75	12.11		
Fibra	0.0000	0.0000	0.0000		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 45.***Diseño de mezcla para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L1 - D1*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1 - D1			
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.75	2.99	4.67	0.466	5
Agua	0.33	1.31	2.05		
Piedra	1.00	4.00	6.25		
Arena	1.92	7.70	12.03		
Fibra	0.0012	0.0050	0.0075		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 46.***Diseño de mezcla para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L1 - D2*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1 - D2			
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.75	3.01	4.71	0.466	5 1/2
Agua	0.33	1.33	2.07		
Piedra	1.00	3.99	6.23		
Arena	1.92	7.67	11.99		
Fibra	0.0020	0.0097	0.0150		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 47.***Diseño de mezcla para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L1 - D3*

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1 - D3			
	1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.76	3.03	4.73	0.466	5 3/4
Agua	0.33	1.33	2.08		
Piedra	1.00	3.98	6.22		
Arena	1.91	7.66	11.96		
Fibra	0.0034	0.0140	0.0220		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 48.***Diseño de mezcla para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L2 - D1*

DESCRIPCIÓN	f'c =280 kg/cm <sup>2</sup> L2 - D1				
	NOMENCLATURA 1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.75	3.01	4.71	0.466	5 1/2
Agua	0.33	1.33	2.07		
Piedra	1.00	3.99	6.23		
Arena	1.92	7.67	11.99		
Fibra	0.0012	0.0050	0.0075		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 49.***Diseño de mezcla para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L2 - D2*

DESCRIPCIÓN	f'c =280 kg/cm <sup>2</sup> L2 - D2				
	NOMENCLATURA 1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.77	3.08	4.82	0.466	6 3/4
Agua	0.34	1.36	2.13		
Piedra	0.99	3.95	6.18		
Arena	1.90	7.60	11.88		
Fibra	0.0020	0.0097	0.0150		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 50.***Diseño de mezcla para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L2 - D3*

DESCRIPCIÓN	f'c =280 kg/cm <sup>2</sup> L2 - D3				
	NOMENCLATURA 1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)	a/c	slump(")
Cemento	0.78	3.11	4.86	0.466	7 1/4
Agua	0.34	1.37	2.15		
Piedra	0.98	3.94	6.15		
Arena	1.89	7.58	11.84		
Fibra	0.0034	0.0140	0.0220		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 51.***Diseño de mezcla para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L3 - D1*

DESCRIPCIÓN	f'c =280 kg/cm <sup>2</sup> L3 - D1				
	NOMENCLATURA	f'c =280 kg/cm <sup>2</sup> L3 - D1			a/c
1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)			
Cemento	0.74	2.95	4.60	0.466	4 1/4
Agua	0.32	1.30	2.02		
Piedra	1.01	4.02	6.28		
Arena	1.93	7.74	12.09		
Fibra	0.0012	0.0050	0.0075		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 52.***Diseño de mezcla para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L3 - D2*

DESCRIPCIÓN	f'c =280 kg/cm <sup>2</sup> L3 - D2				
	NOMENCLATURA	f'c =280 kg/cm <sup>2</sup> L3 - D2			a/c
1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)			
Cemento	0.75	3.00	4.69	0.466	5 1/4
Agua	0.33	1.32	2.06		
Piedra	1.00	3.99	6.24		
Arena	1.92	7.68	12.01		
Fibra	0.0020	0.0097	0.0150		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 53.***Diseño de mezcla para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L3 - D3*

DESCRIPCIÓN	f'c =245 kg/cm <sup>2</sup> L3 - D3				
	NOMENCLATURA	f'c =245 kg/cm <sup>2</sup> L3 - D3			a/c
1 PROBETA DE 4"*8" (kg)	1 PROBETA DE 6"*12" (kg)	P. 1 cono 25 kg (kg)			
Cemento	0.76	3.00	4.73	0.466	5 1/4
Agua	0.33	1.33	2.08		
Piedra	1.00	3.98	6.22		
Arena	1.91	7.66	11.96		
Fibra	0.0034	0.0140	0.0220		

Fuente: Elaboración propia (2018).

#### **4.1.1.4. Ensayos en Estado fresco del Concreto**

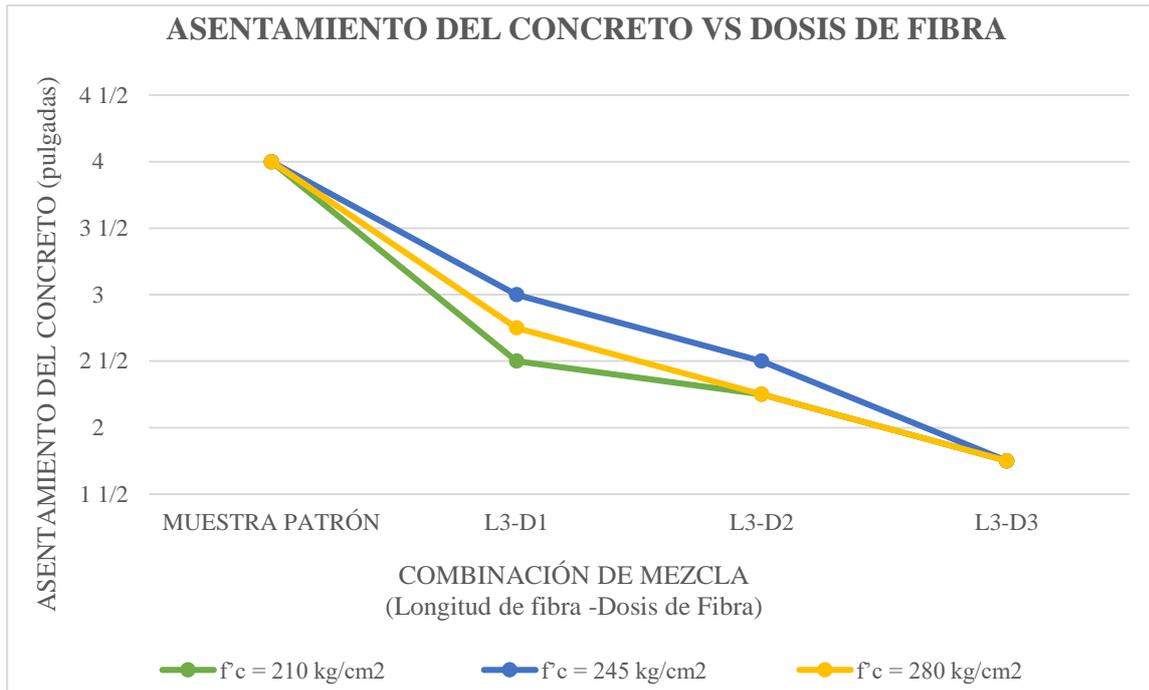
##### **4.1.1.4.1. Asentamiento del Concreto**

Los ensayos de Asentamiento del Concreto fueron realizados acorde a la Norma NTP 339.035:2015 (Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland.4° Edición), donde se encontró que en las combinaciones de mezcla de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , la que presentó mayor variación respecto a la muestra patrón fue la combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L1-D3 con una variación de 56.25% y la que tiene cercanía son las combinaciones de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L3-D2 y  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L3-D3 con una variación del 31.25%. En el caso de las combinaciones de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  la que tiene cercanía respecto a la muestra patrón es  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L3-D1 con una variación del 25% y la más lejana es la combinación  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1-D3 con una variación del 56.25%, en las combinaciones desarrolladas para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  la combinación más cercana es la combinación  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L3-D3 con una variación del 25%, mientras que la combinación más lejana es la  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L1-D2 con variación del 81.25%. En ninguna de las combinaciones comparadas con su muestra patrón se logra una combinación con el mismo asentamiento, todas presentan variaciones. Ver Tabla 54.

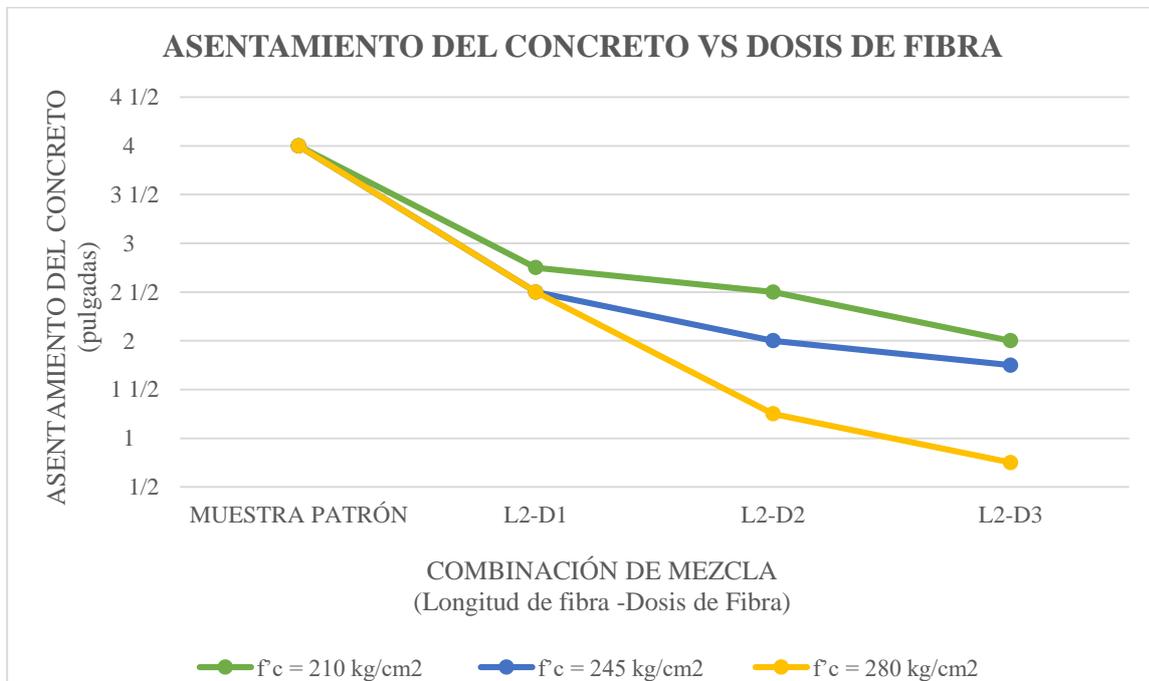
**Tabla 54.***Asentamiento del Concreto para todas las combinaciones de mezcla*

<b>ASENTAMIENTO DEL CONCRETO</b>									
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup></b>			<b>f'c = 245 kg/cm<sup>2</sup></b>			<b>f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup></b>		
	<b>Asentamiento (pulg)</b>	<b>Valor Porcentual (%)</b>	<b>Variación Porcentual (%)</b>	<b>Asentamiento (pulg)</b>	<b>Valor Porcentual (%)</b>	<b>Variación Porcentual (%)</b>	<b>Asentamiento (pulg)</b>	<b>Valor Porcentual (%)</b>	<b>Variación Porcentual (%)</b>
MUESTRA PATRÓN	4	100.00	0.00	4	100.00	0.00	4	100.00	0.00
L3-D1	2 1/2	62.50	-37.50	3	75.00	-25.00	2 3/4	68.75	-31.25
L3-D2	2 3/4	68.75	-31.25	2 1/2	62.50	-37.50	2 1/2	62.50	-37.50
L3-D3	2 3/4	68.75	-31.25	2 1/4	56.25	-43.75	3	75.00	-25.00
L2-D1	2 1/4	56.25	-43.75	2 1/2	62.50	-37.50	2 1/4	56.25	-43.75
L2-D2	2 1/2	62.50	-37.50	2	50.00	-50.00	1 1/4	31.25	-68.75
L2-D3	2 1/4	56.25	-43.75	1 3/4	43.75	-56.25	2 1/2	62.50	-37.50
L1-D1	1 3/4	43.75	-56.25	1 3/4	43.75	-56.25	1 3/4	43.75	-56.25
L1-D2	2	50.00	-50.00	1 3/4	43.75	-56.25	3/4	18.75	-81.25
L1-D3	1 3/4	43.75	-56.25	1 1/2	37.50	-62.50	2 1/4	56.25	-43.75

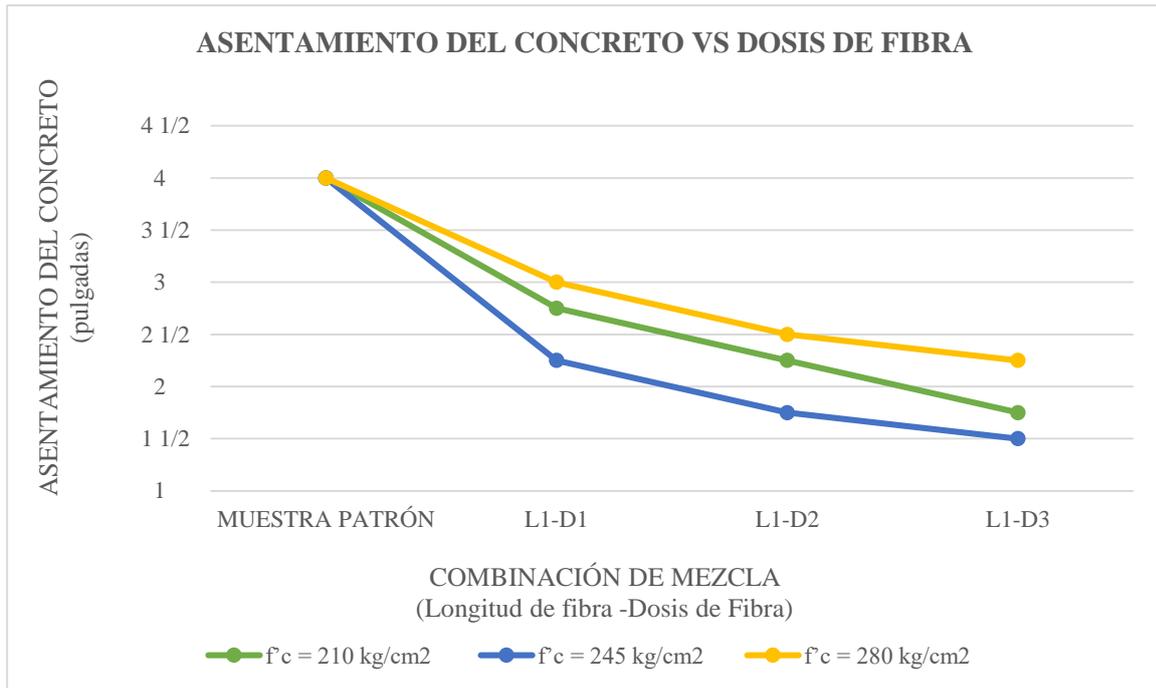
Fuente: Elaboración propia (2018).



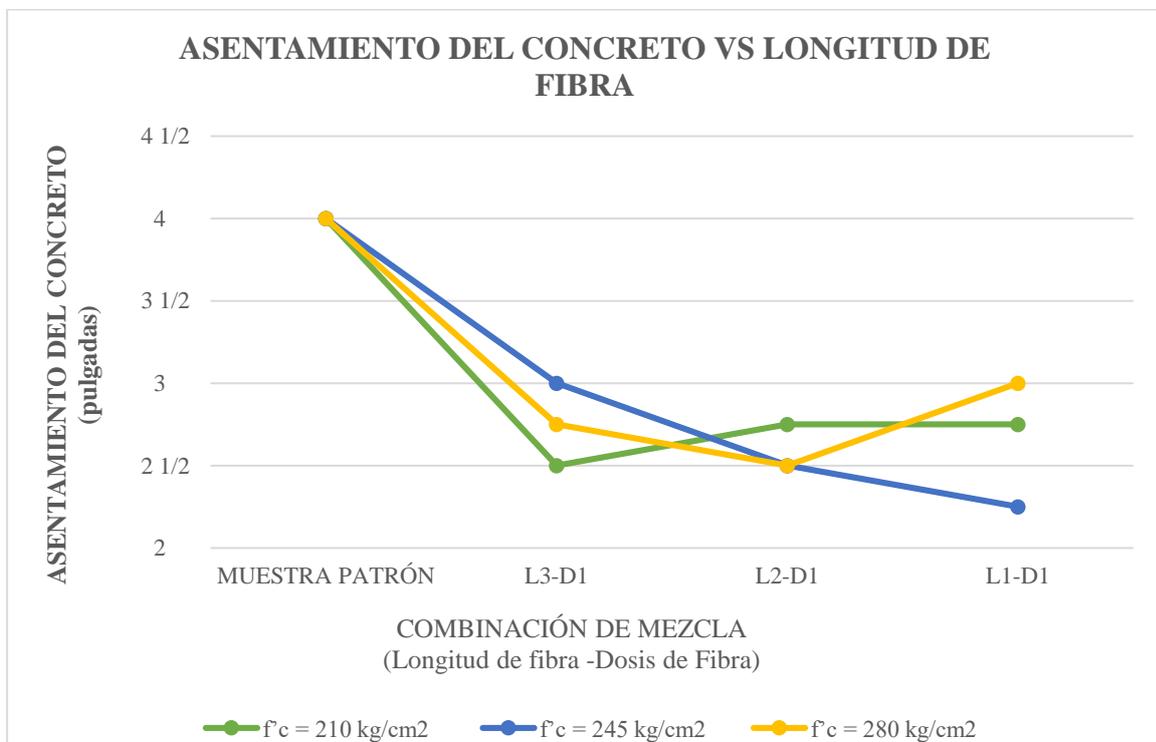
**Gráfica 7.** Asentamiento del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 1.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



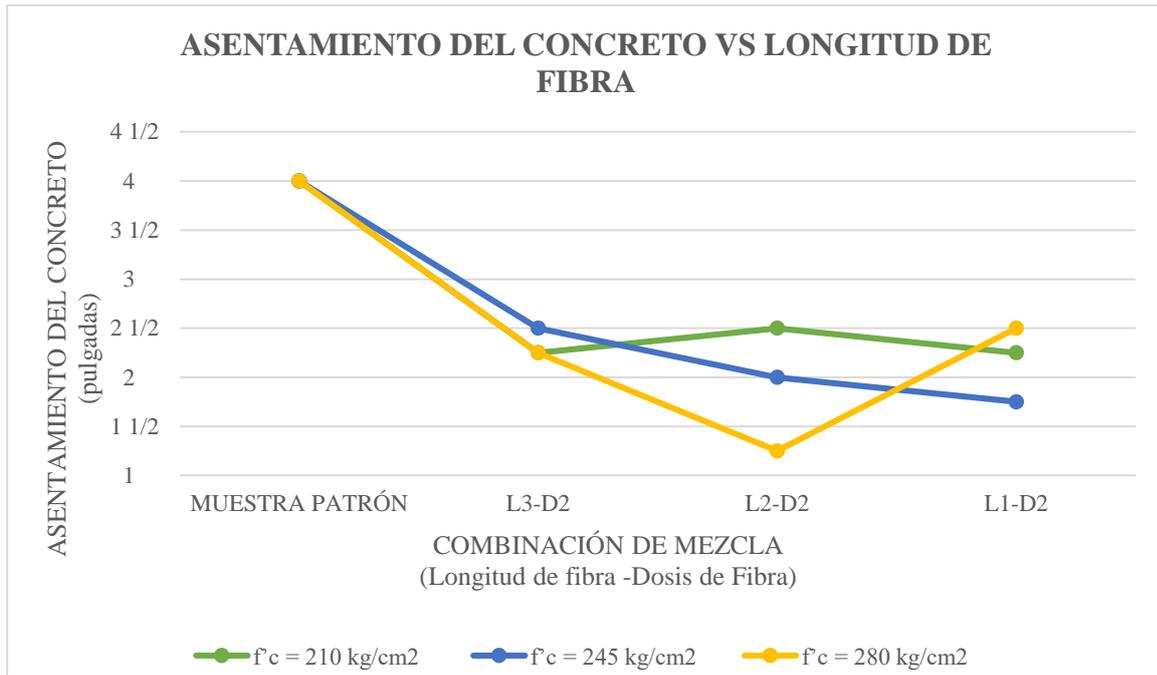
**Gráfica 8.** Asentamiento del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 2.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



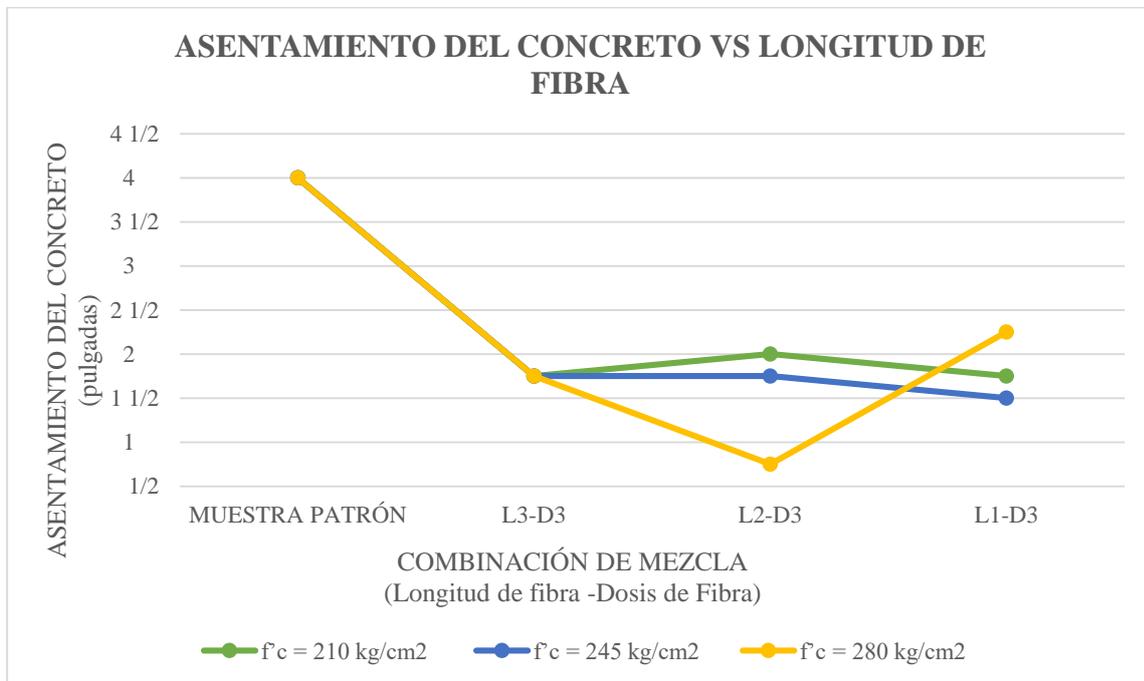
**Gráfica 9.** Asentamiento del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 3.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



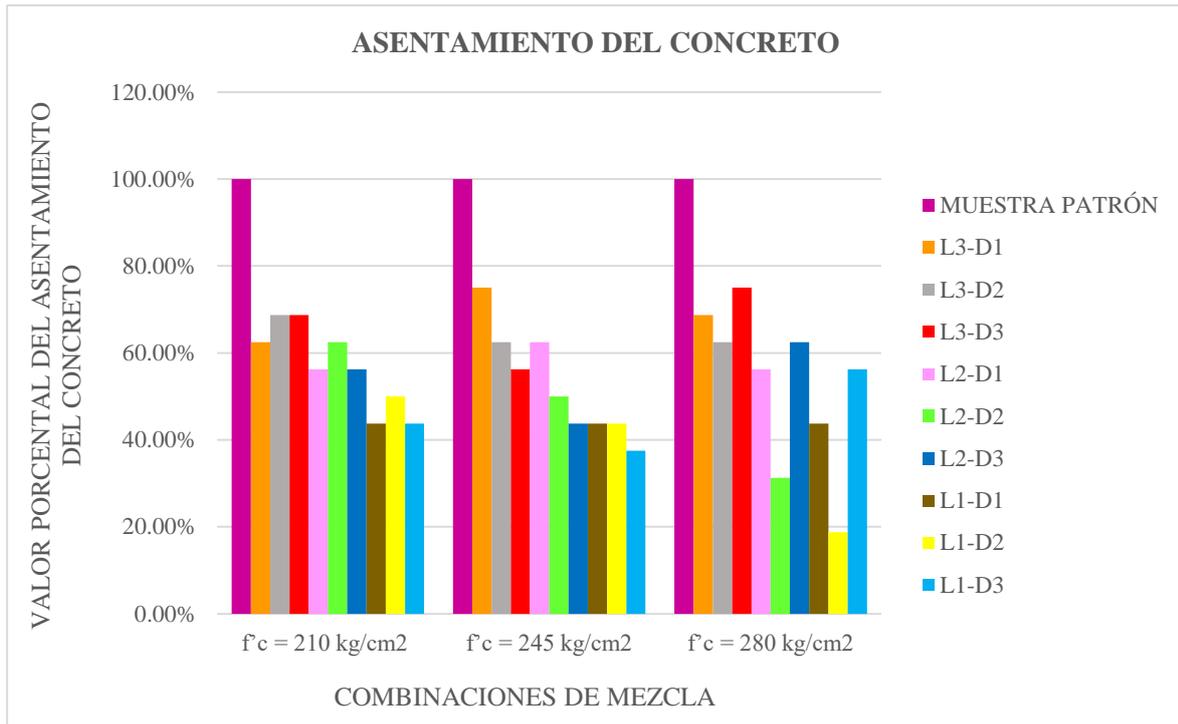
**Gráfica 10.** Asentamiento del Concreto utilizando sólo 0.7 kg/m<sup>3</sup> de fibra de rafia teniendo como variante las longitudes de fibra de rafia de 3.5, 2.5 y 1.5 cm.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



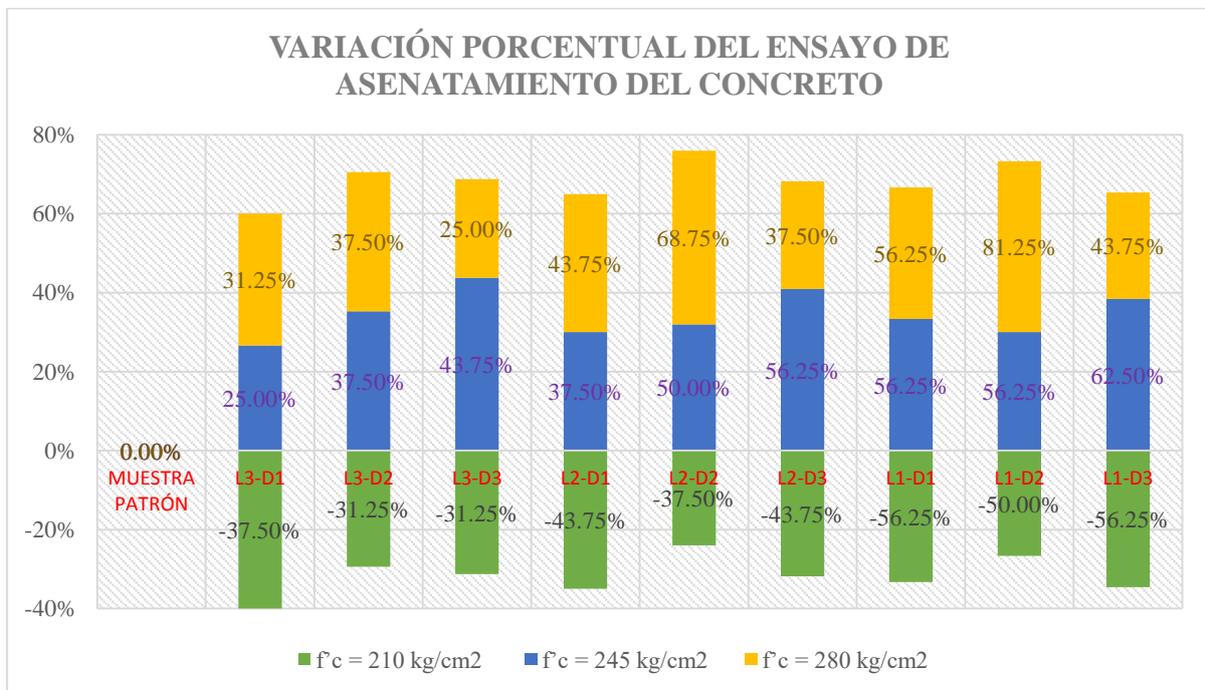
**Gráfica 11.** Asentamiento del Concreto utilizando sólo 1.4 kg/m<sup>3</sup>de fibra de rafia teniendo como variante las longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



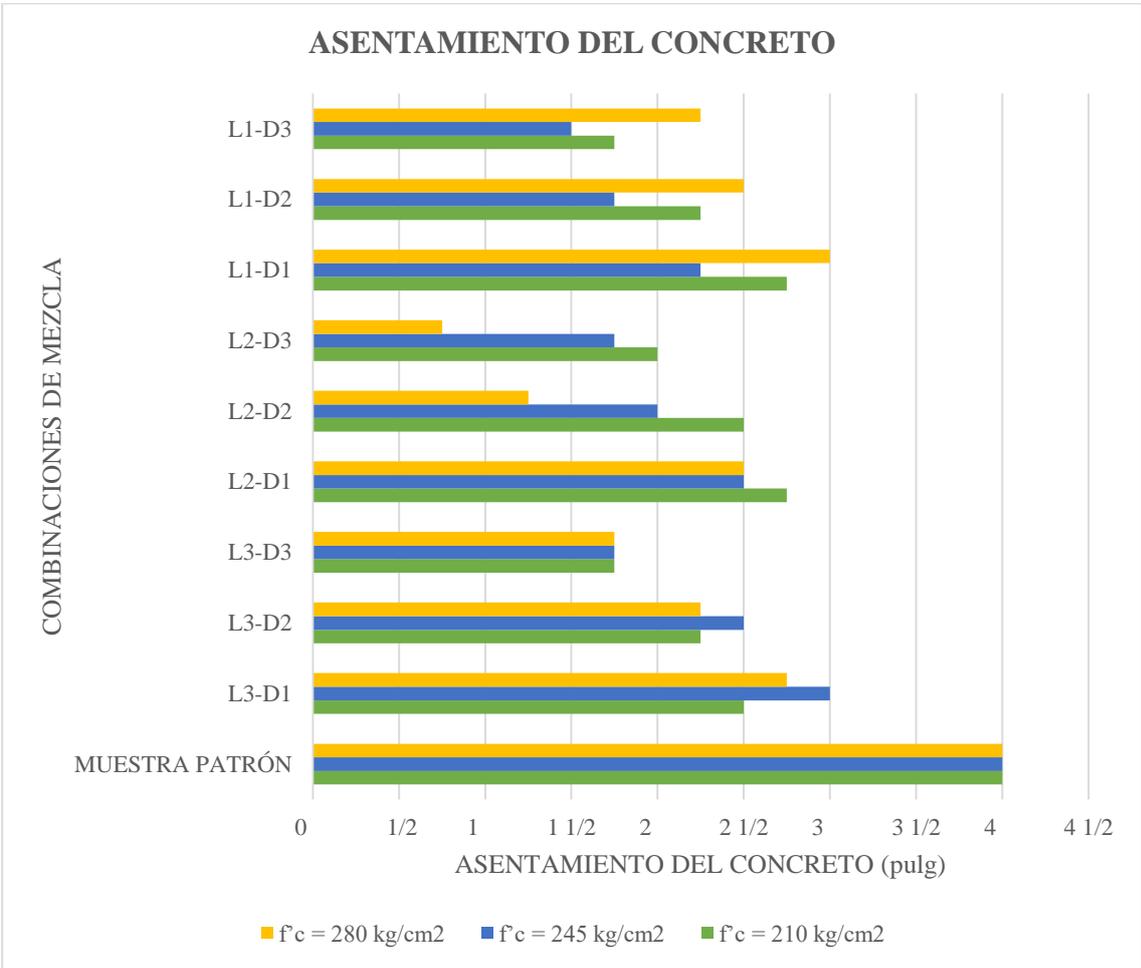
**Gráfica 12.** Asentamiento del Concreto utilizando sólo 2.0 kg/m<sup>3</sup>de fibra de rafia teniendo como variante las longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 13.** Valor porcentual obtenido del Ensayo de Asentamiento del Concreto para todas las combinaciones de mezcla de la Investigación  
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 14.** Variación porcentual del Ensayo de Asentamiento del Concreto para todas las combinaciones de mezcla de la Investigación  
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 15.** Asentamiento para todas las combinaciones de mezcla del concreto.  
 Fuente: Elaboración propia (2018).

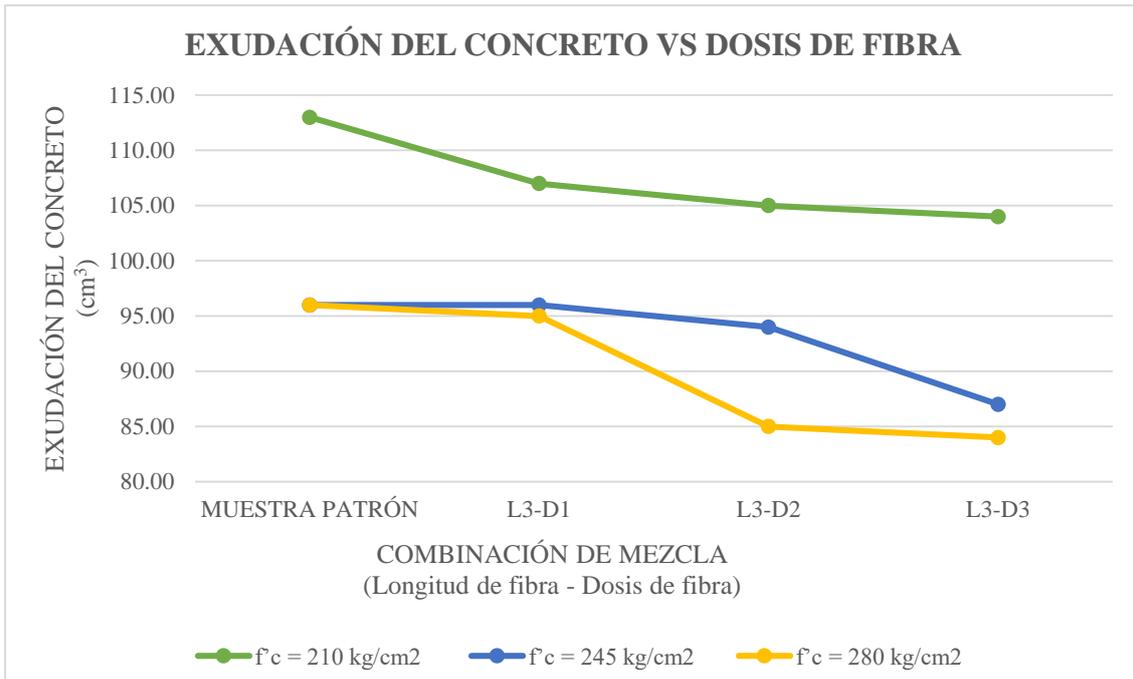
#### 4.1.1.4.2. Exudación del Concreto

Los ensayos de Exudación del Concreto fueron realizados acorde a la Norma NTP 339.077:2013 (Método de ensayo normalizado para exudación), donde se encontró que existe mayor cercanía comparados con la muestra patrón cuando se usa fibra de rafia con longitud de 1.5 cm y dosis de 0.7 kg/m<sup>3</sup>. Ver Tabla 55.

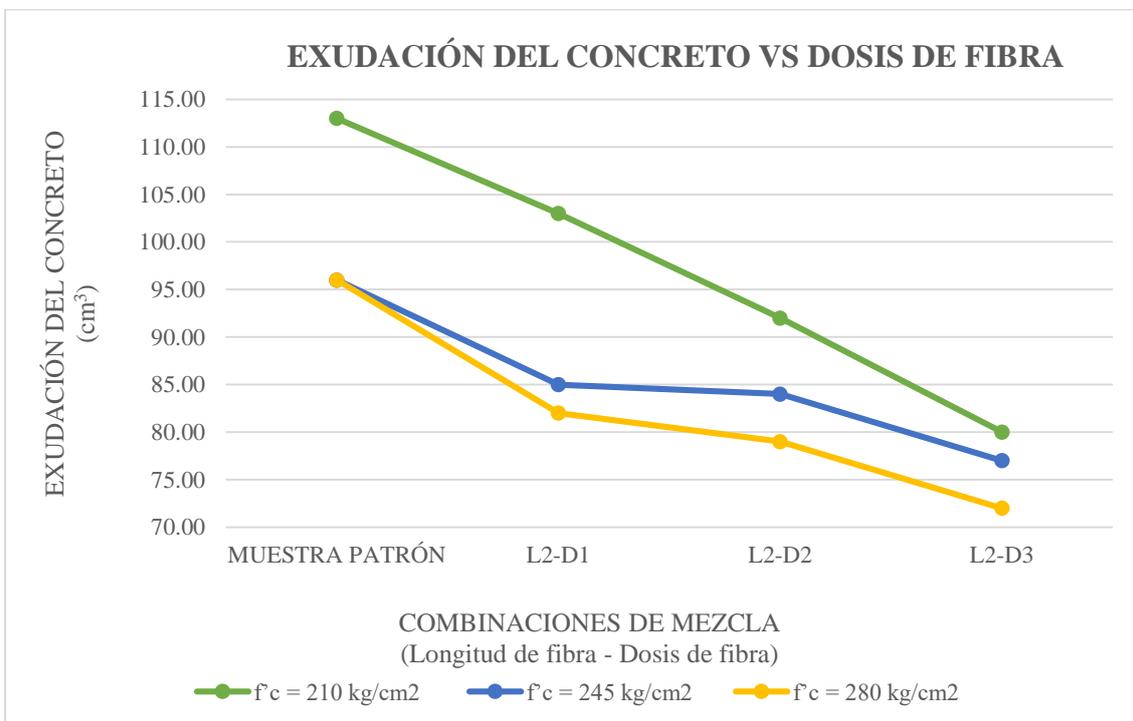
**Tabla 55.**  
*Exudación del concreto*

EXUDACIÓN DEL CONCRETO									
DESCRIPCIÓN	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>			f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup>			f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>		
	Exudación (cm <sup>3</sup> )	Valor Porcentual (%)	Variación Porcentual (%)	Exudación (cm <sup>3</sup> )	Valor Porcentual (%)	Variación Porcentual (%)	Exudación (cm <sup>3</sup> )	Valor Porcentual (%)	Variación Porcentual (%)
MUESTRA PATRÓN	113	100.00	0.00	96	100.00	0.00	96	100.00	0.00
L3-D1	107	94.69	-5.31	96	100.00	0.00	95	98.96	-1.04
L3-D2	105	92.92	-7.08	94	97.92	-2.08	85	88.54	-11.46
L3-D3	104	92.04	-7.96	87	90.63	-9.38	84	87.50	-12.50
L2-D1	103	91.15	-8.85	85	88.54	-11.46	82	85.42	-14.58
L2-D2	92	81.42	-18.58	84	87.50	-12.50	79	82.29	-17.71
L2-D3	80	70.80	-29.20	77	80.21	-19.79	72	75.00	-25.00
L1-D1	74	65.49	-34.51	72	75.00	-25.00	58	60.42	-39.58
L1-D2	68	60.18	-39.82	68	70.83	-29.17	54	56.25	-43.75
L1-D3	57	50.44	-49.56	44	45.83	-54.17	41	42.71	-57.29

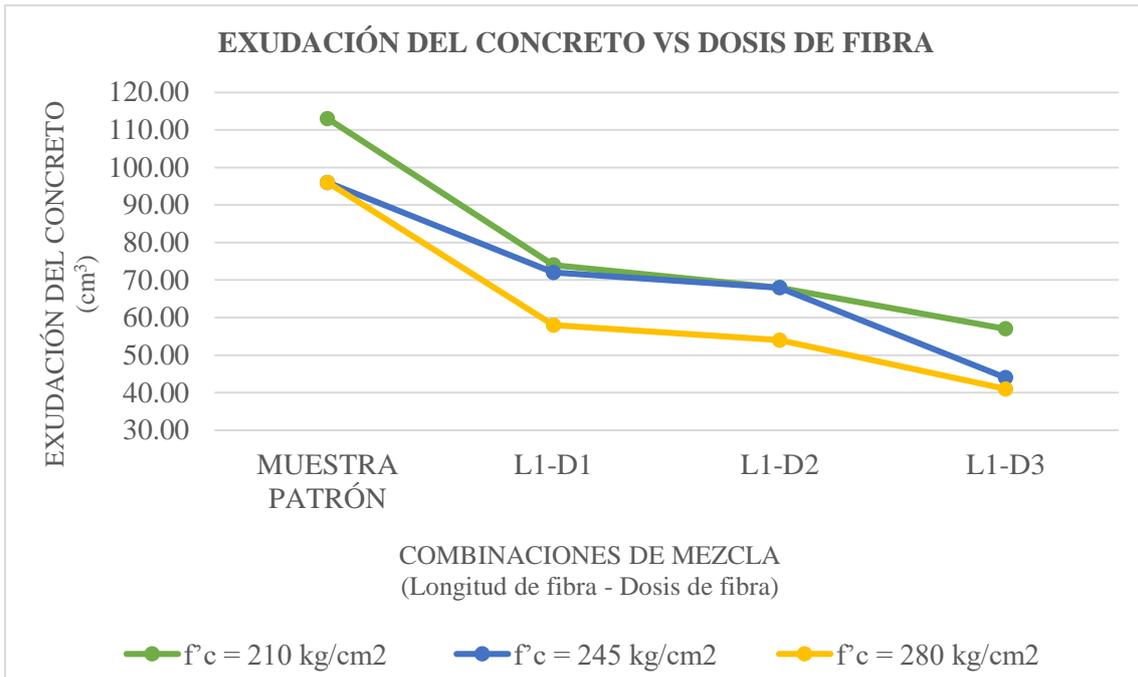
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 16.** Exudación del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 1.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

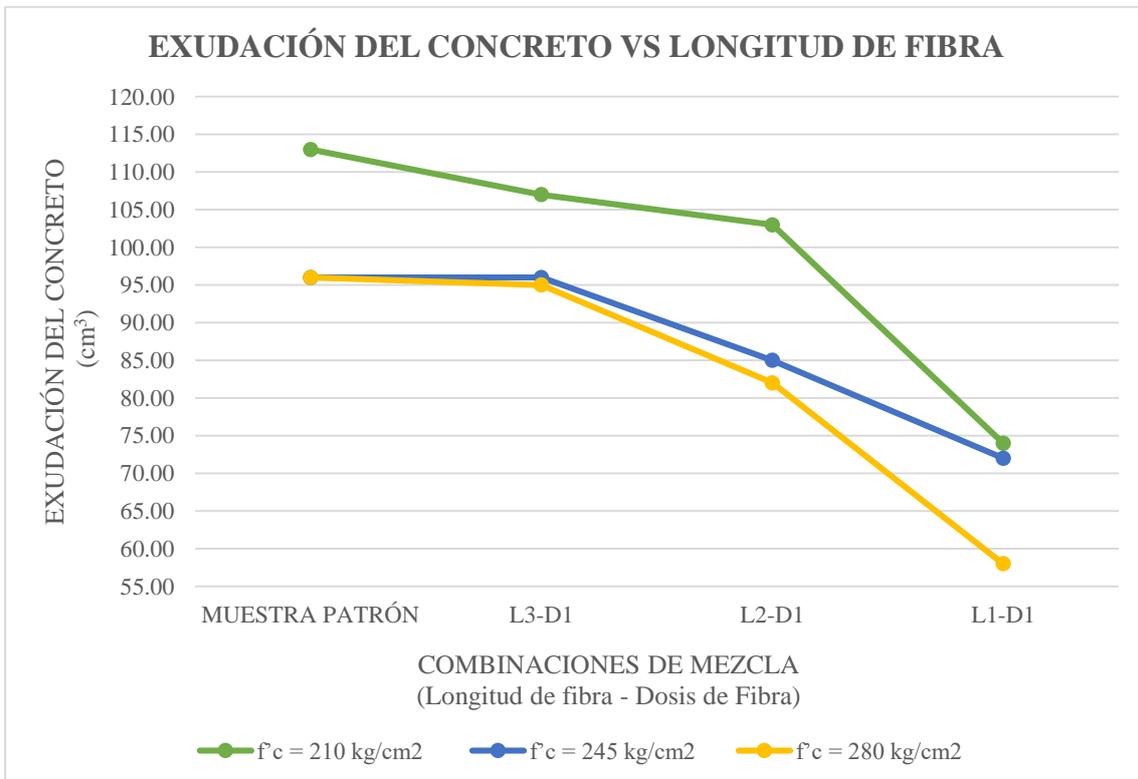


**Gráfica 17.** Exudación del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 2.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



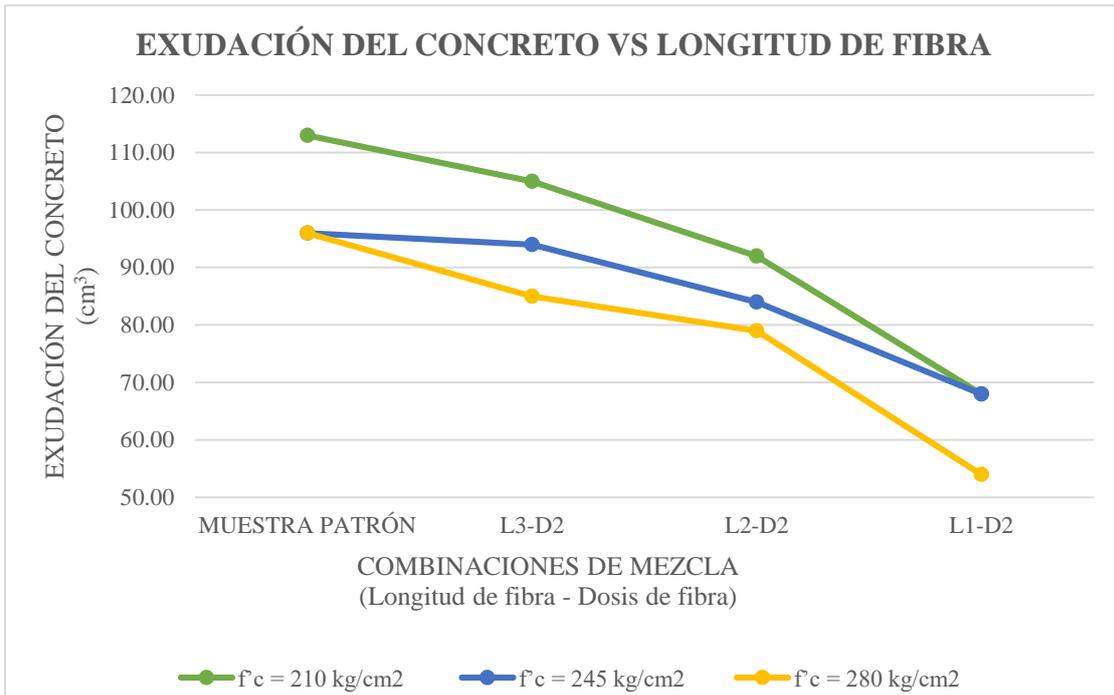
**Gráfica 18.** Exudación del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 3.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.

Fuente: Elaboración propia (2018).



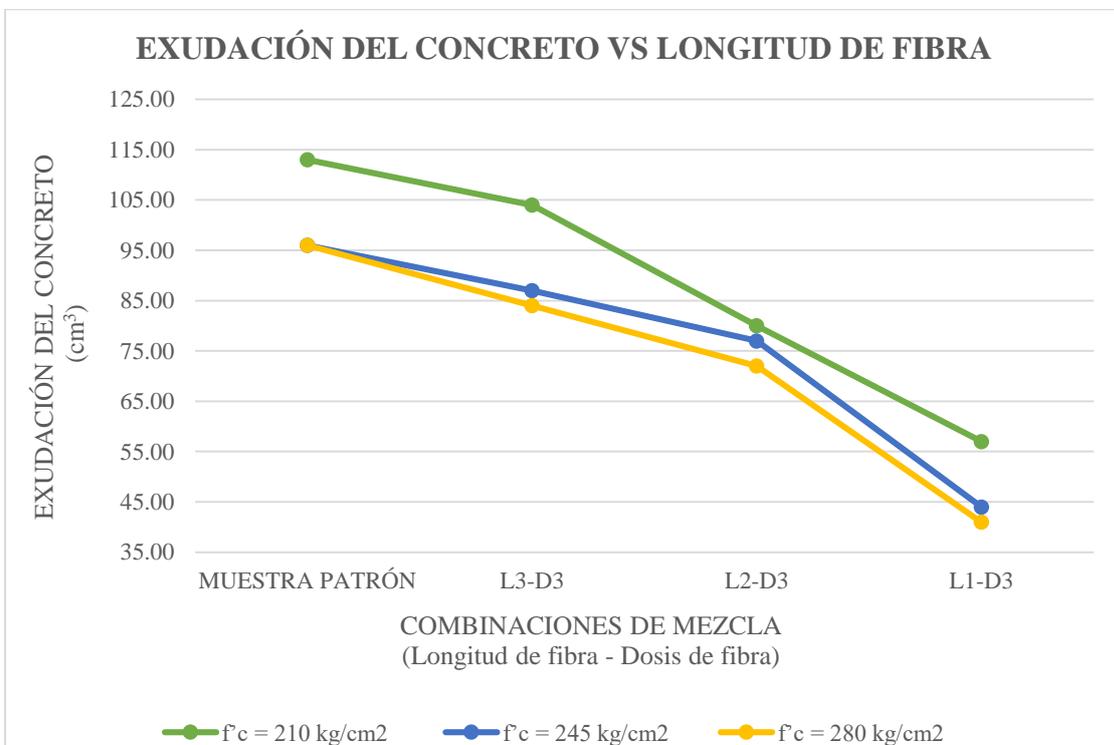
**Gráfica 19.** Exudación del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 0.7 kg/m<sup>3</sup> y variando las longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 20.** Exudación del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de  $1.4 \text{ kg/m}^3$  y variando las longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.

Fuente: Elaboración propia (2018).

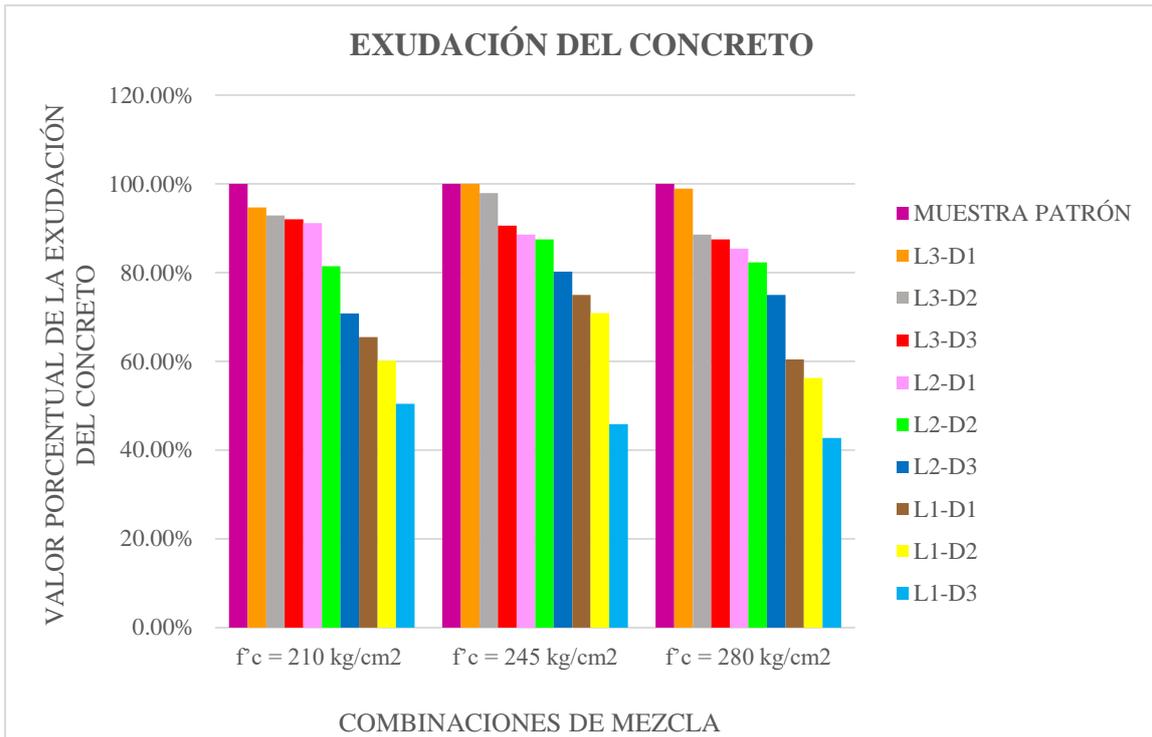


**Gráfica 21.** Exudación del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de  $2.0 \text{ kg/m}^3$  y variando las longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.

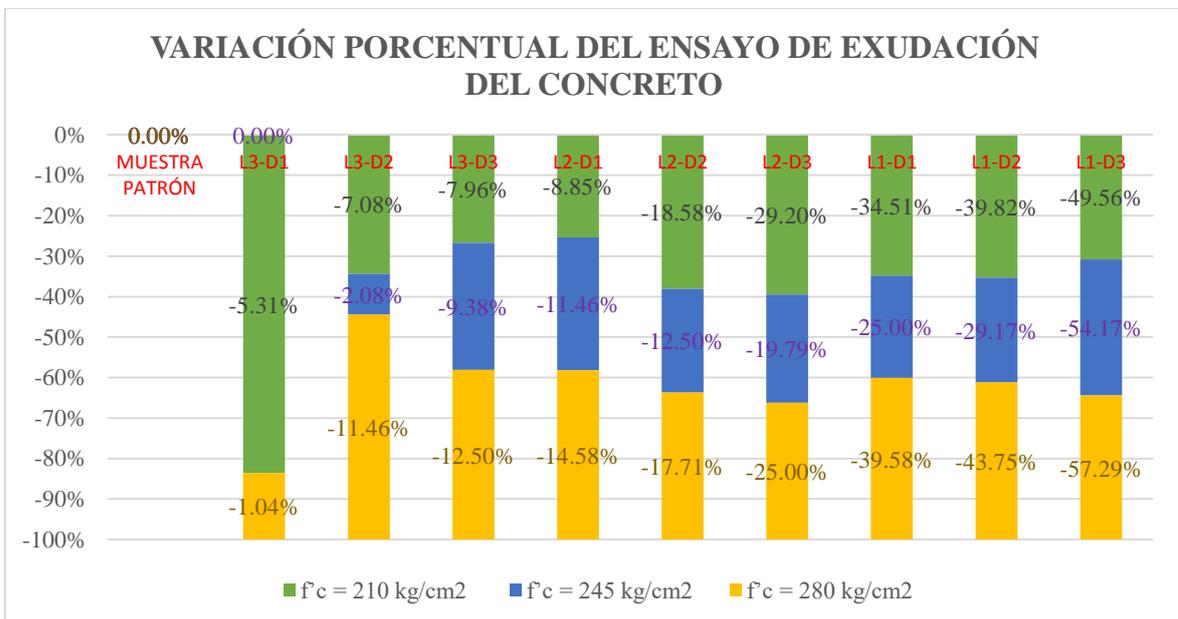
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 22.** Exudación para todas las combinaciones de mezcla del concreto.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 23.** Valor porcentual obtenido del Ensayo de Exudación del Concreto para todas las combinaciones de mezcla de la Investigación  
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 24.** Variación porcentual del Ensayo de Exudación del Concreto para todas las combinaciones de mezcla de la Investigación  
Fuente: Elaboración propia (2018).

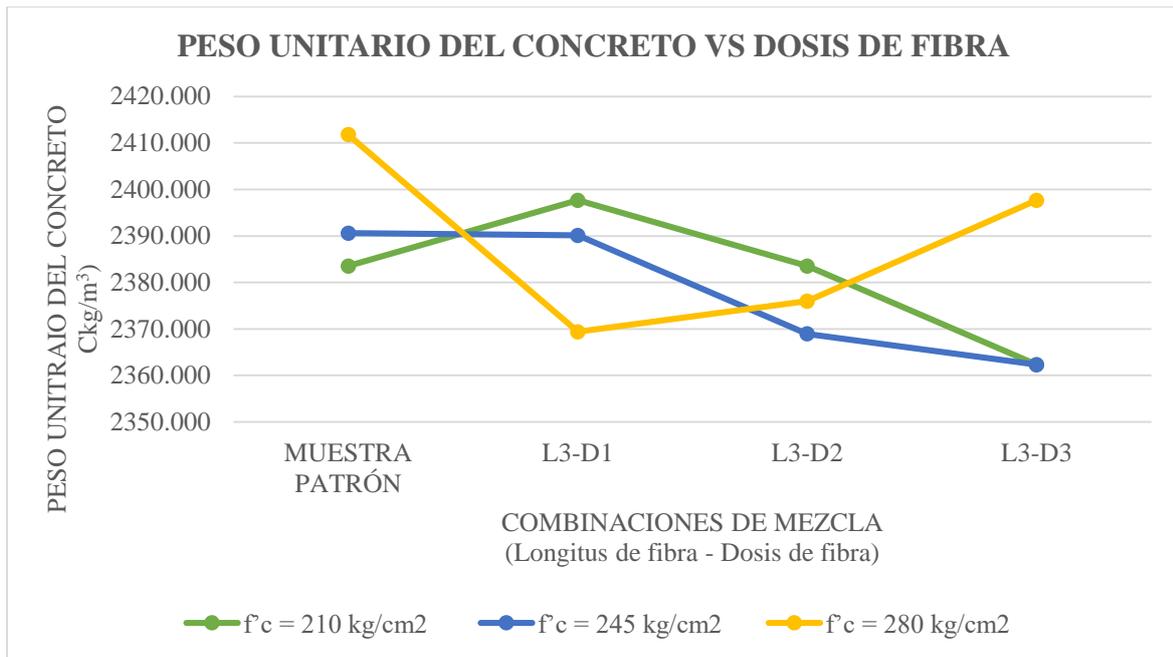
#### 4.1.1.4.3. Peso Unitario del Concreto

Los ensayos de Peso Unitario del Concreto fueron realizados acorde a la Norma NTP 339.046:2008 (Método de ensayo para determinar la densidad-peso unitario, rendimiento y contenido de aire-método gravimétrico del concreto), donde se encontró ligera variación respecto a la muestra patrón de concreto, la mayor variación es de 4.45% en la combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1-D3. Ver Tabla 56.

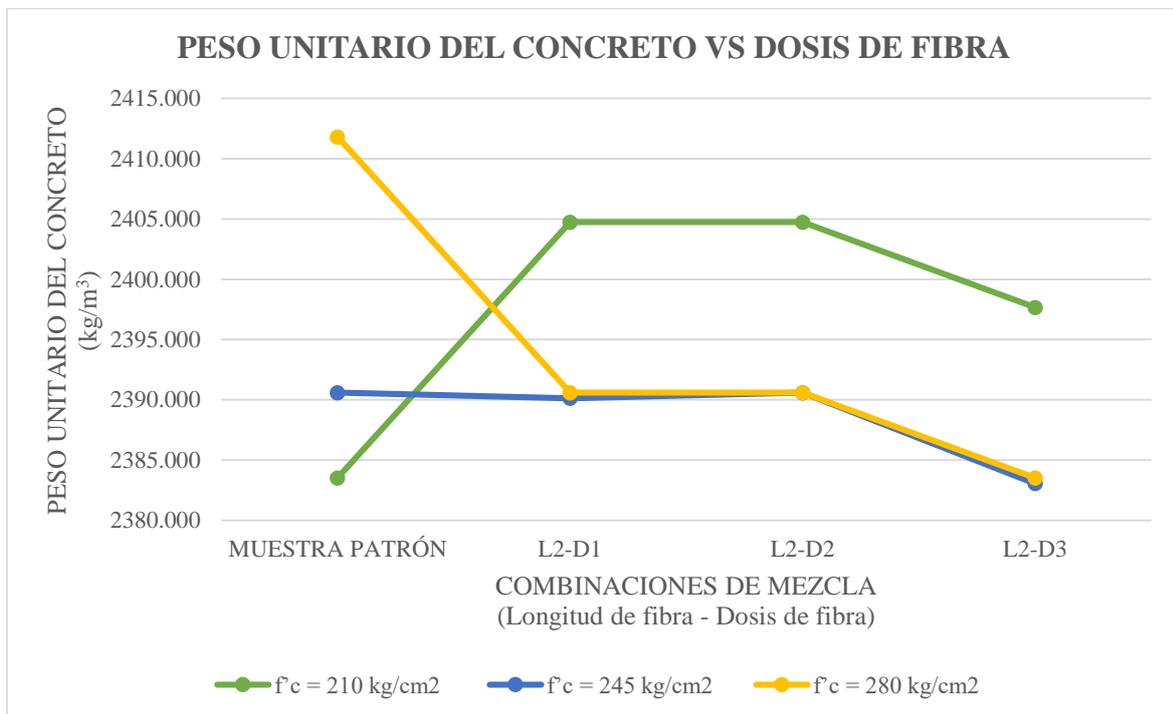
**Tabla 56.**  
*Peso Unitario del concreto*

PESO UNITARIO DEL CONCRETO									
DESCRIPCIÓN	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$			$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$			$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$		
	Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Valor Porcentual (%)	Variación Porcentual (%)	Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Valor Porcentual (%)	Variación Porcentual (%)	Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Valor Porcentual (%)	Variación Porcentual (%)
MUESTRA PATRÓN	2383.53	100.00	0.00	2390.60	100.00	0.00	2411.81	100.00	0.00
L3-D1	2397.67	100.59	-0.59	2390.13	99.98	0.02	2369.39	98.24	1.76
L3-D2	2383.53	100.00	0.00	2368.92	99.09	0.91	2375.99	98.52	1.48
L3-D3	2362.33	99.11	0.89	2362.33	98.82	1.18	2397.67	99.41	0.59
L2-D1	2404.74	100.89	-0.89	2390.13	99.98	0.02	2390.60	99.12	0.88
L2-D2	2404.74	100.89	-0.89	2390.60	100.00	0.00	2390.60	99.12	0.88
L2-D3	2397.67	100.59	-0.59	2383.06	99.68	0.32	2383.53	98.83	1.17
L1-D1	2390.60	100.30	-0.30	2404.74	100.59	-0.59	2383.53	98.83	1.17
L1-D2	2390.60	100.30	-0.30	2354.79	98.50	1.50	2397.67	99.41	0.59
L1-D3	2384.00	100.02	-0.02	2284.10	95.55	4.45	2369.39	98.24	1.76

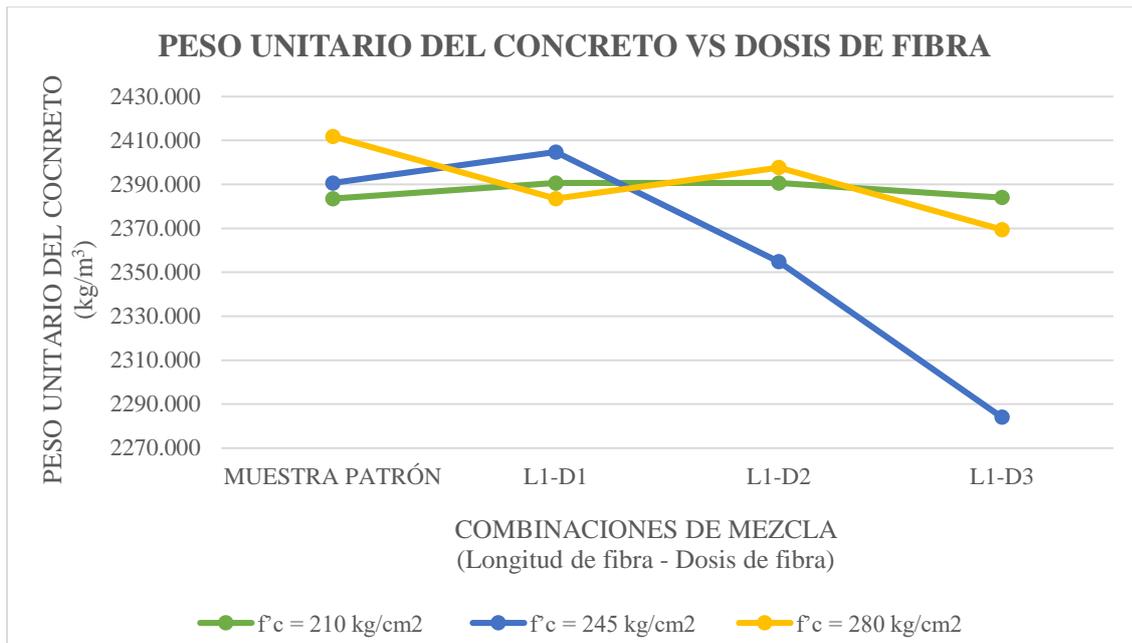
Fuente: Elaboración propia (2018).



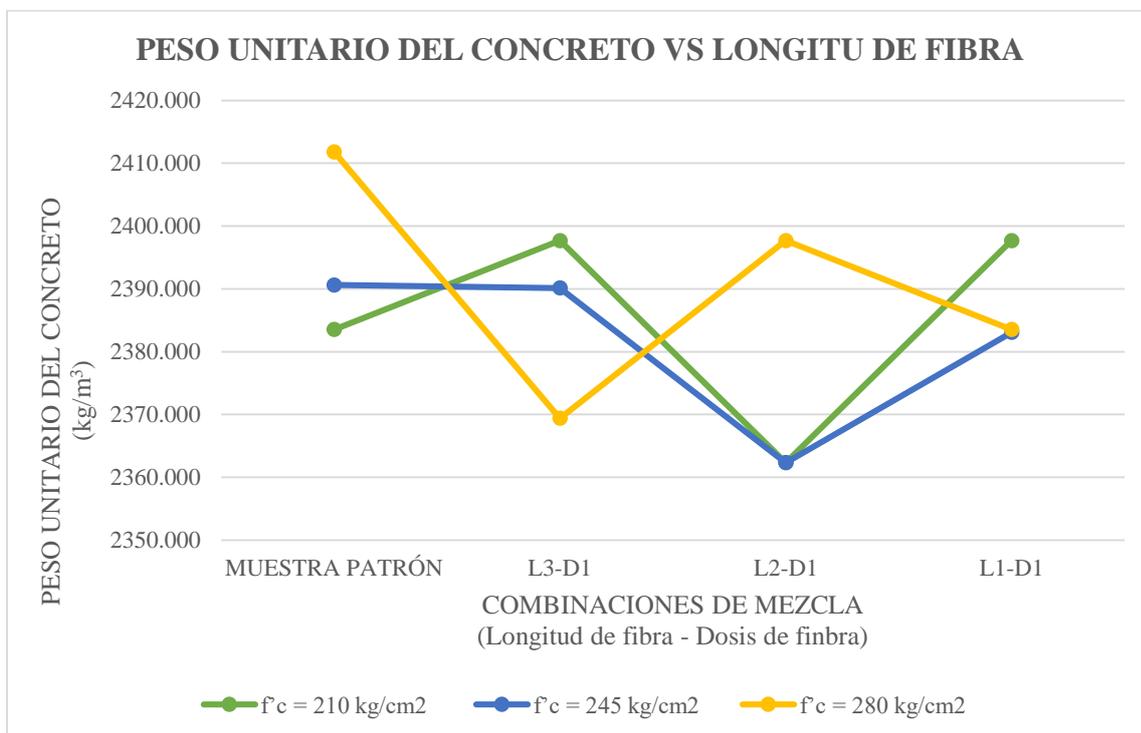
**Gráfica 25.** Peso Unitario del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 1.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



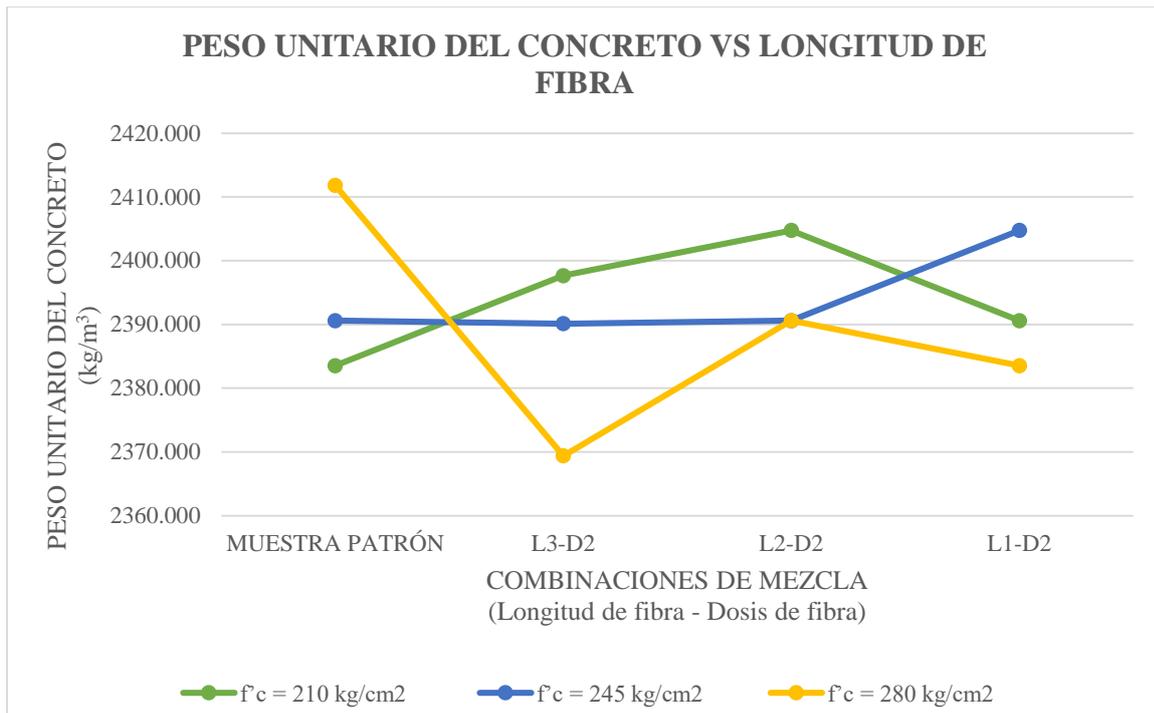
**Gráfica 26.** Peso Unitario del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 2.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 27.** Peso Unitario del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 3.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

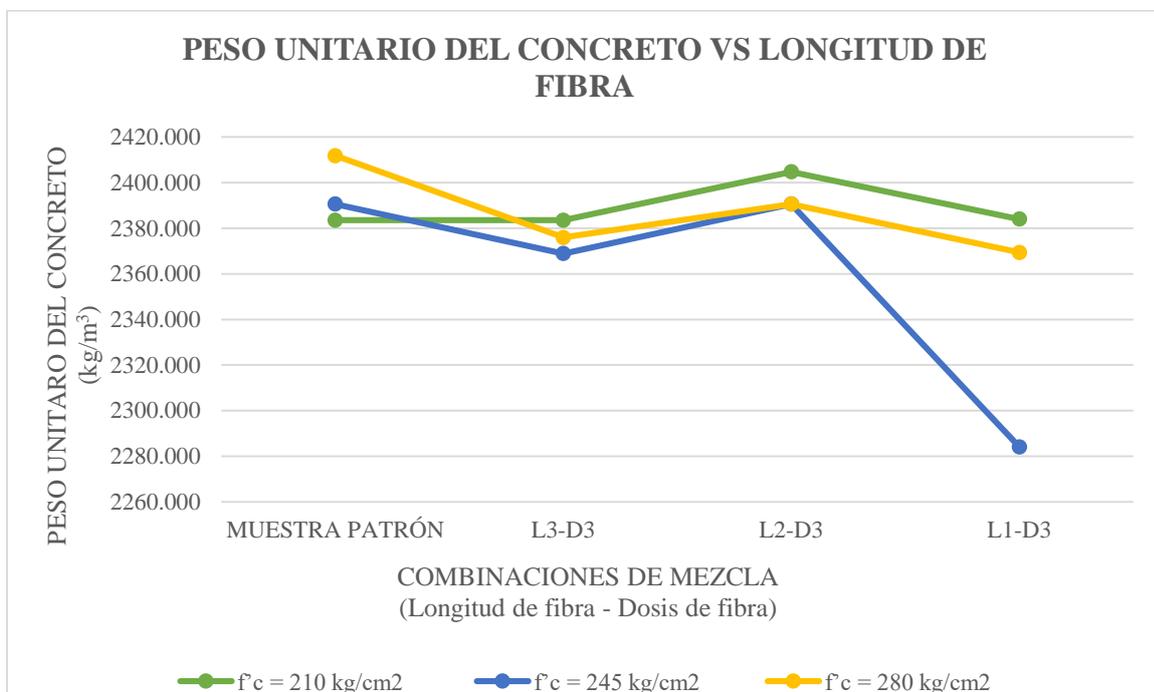


**Gráfica 28.** Peso Unitario del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 0.7 kg/m<sup>3</sup> teniendo como variante las longitudes de fibra de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



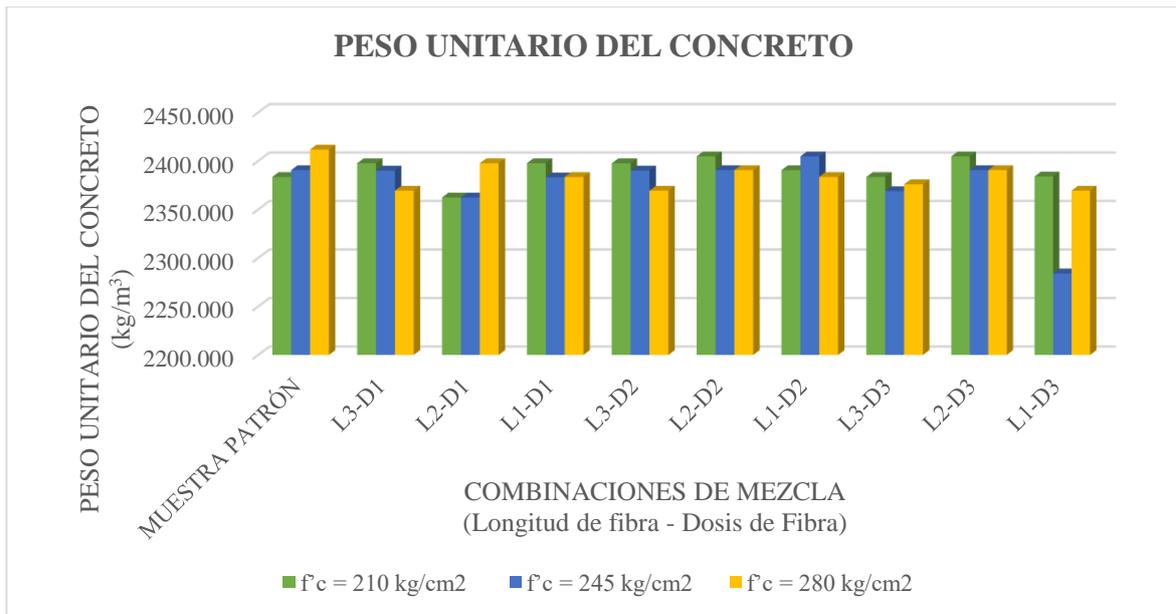
**Gráfica 29.** Peso Unitario del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de  $1.4 \text{ kg/m}^3$  teniendo como variante las longitudes de fibra de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.

Fuente: Elaboración propia (2018).

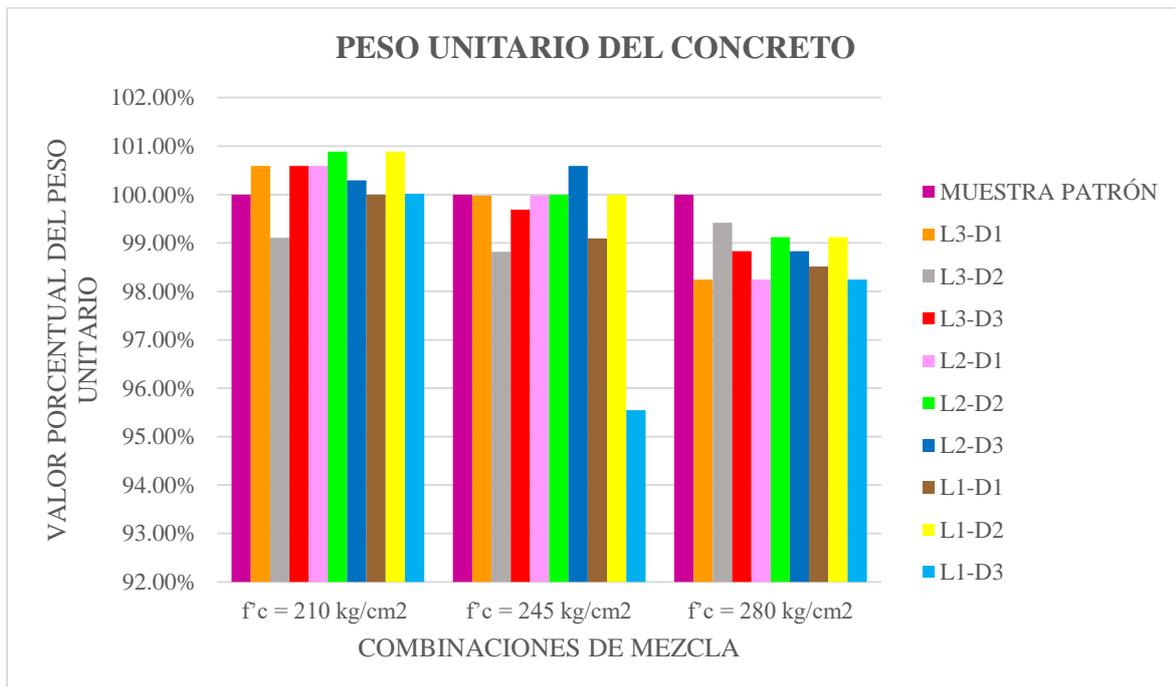


**Gráfica 30.** Peso Unitario del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de  $2.0 \text{ kg/m}^3$  teniendo como variante las longitudes de fibra de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.

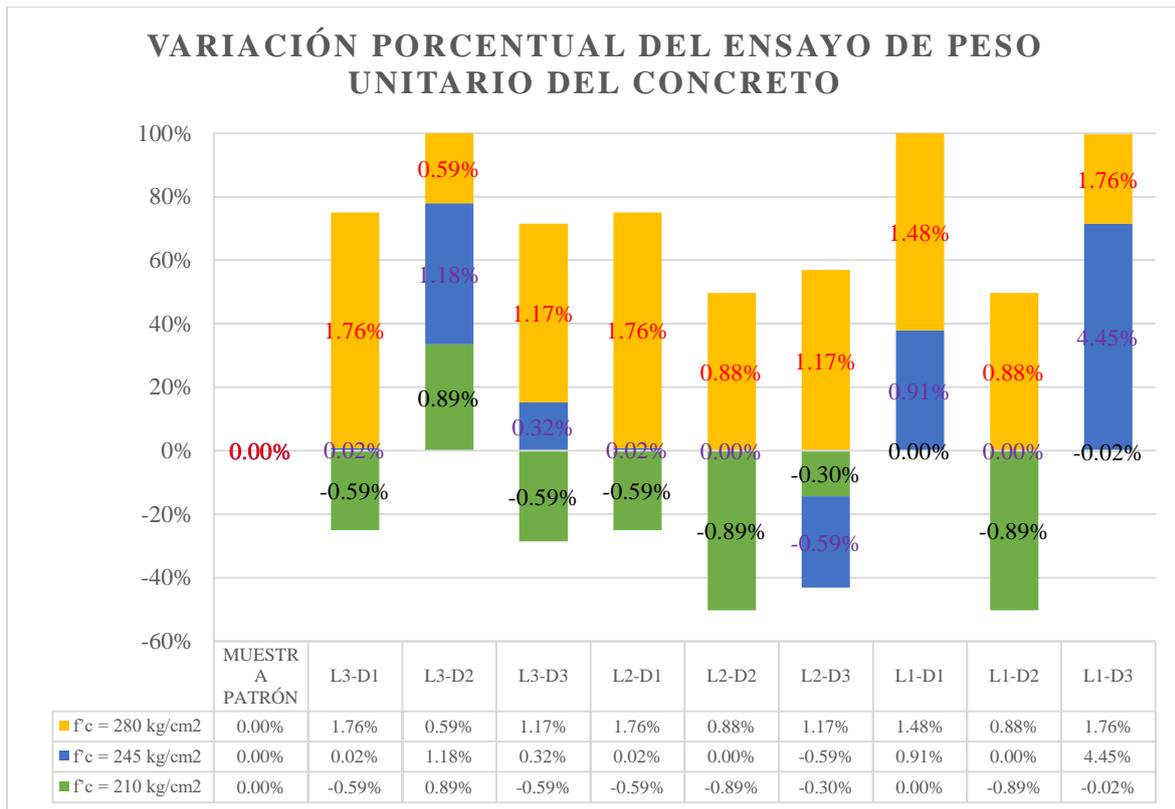
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 31.** Resultado de los ensayos de Peso Unitario de todas las combinaciones de mezcla.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 32.** Valor porcentual obtenido Peso Unitario del Concreto para todas las combinaciones de mezcla de la Investigación  
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 33.** Variación porcentual del Ensayo de Peso Unitario del Concreto para todas las combinaciones de mezcla de la Investigación

Fuente: Elaboración propia (2018).

#### 4.1.1.4.4. Rendimiento del Concreto

Los ensayos de Rendimiento del Concreto fueron realizados acorde a la Norma NTP 339.046:2008 (Método de ensayo para determinar la densidad-peso unitario, rendimiento y contenido de aire-método gravimétrico del concreto), donde se encontró ligera variación respecto a la muestra patrón de concreto, la máxima variación es de 4.33 % en la combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1-D3. Ver Tabla 57.

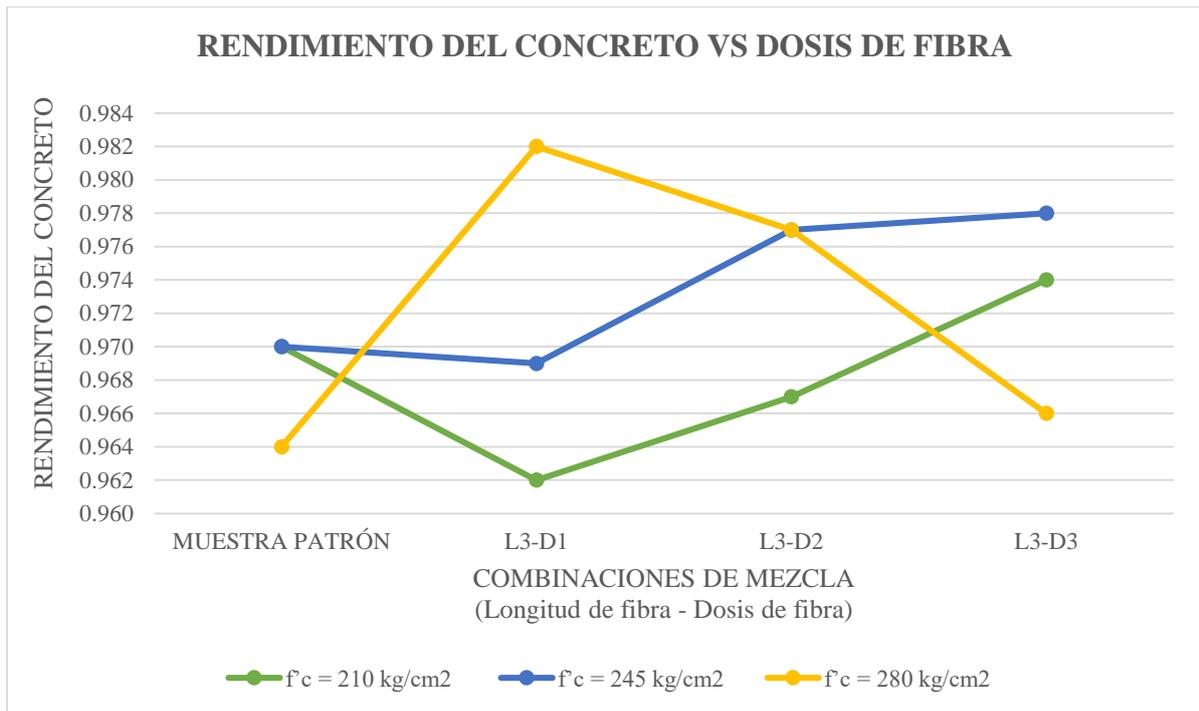
**Tabla 57.**

*Rendimiento del concreto para todas las combinaciones de mezcla.*

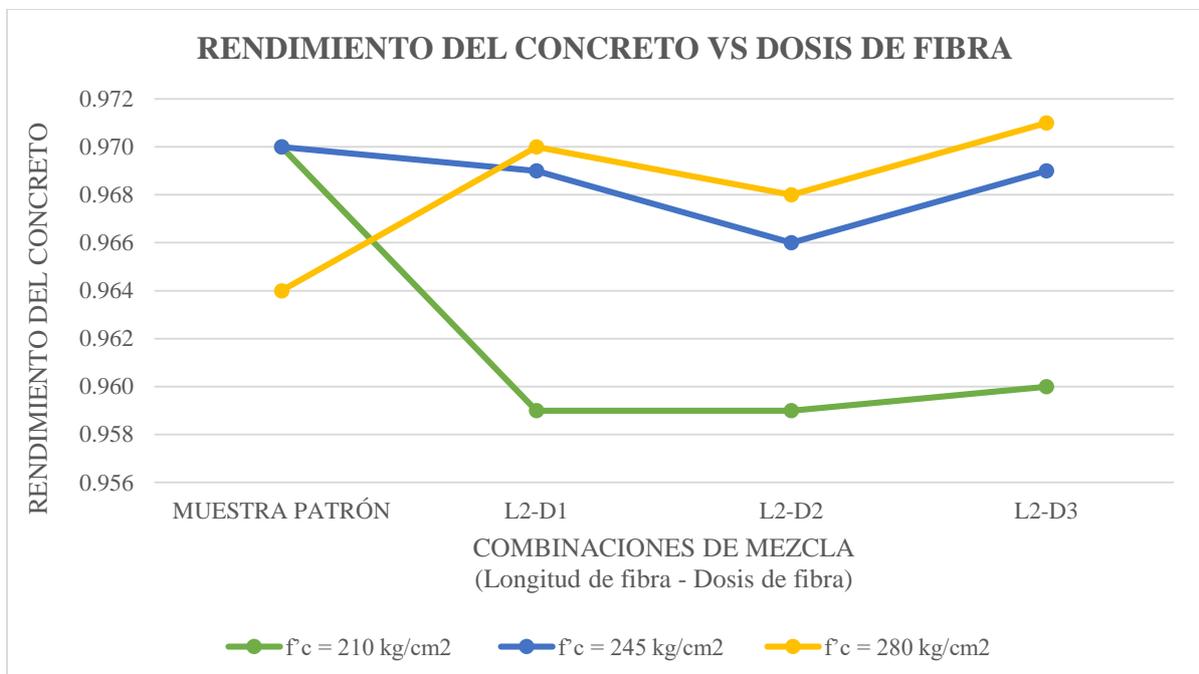
RENDIMIENTO DEL CONCRETO									
DESCRIPCIÓN	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$			$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$			$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$		
	Rendimiento	Valor Porcentual (%)	Variación Porcentual (%)	Rendimiento	Valor Porcentual (%)	Variación Porcentual (%)	Rendimiento	Valor Porcentual (%)	Variación Porcentual (%)
MUESTRA PATRÓN	0.97	100.00	0.00	0.97	100.00	0.00	0.96	100.00	0.00
L3-D1	0.96	99.18	0.82	0.97	99.90	0.10	0.98	101.87	-1.87
L3-D2	0.97	99.69	0.31	0.98	100.72	-0.72	0.98	101.35	-1.35
L3-D3	0.97	100.41	-0.41	0.98	100.82	-0.82	0.97	100.21	-0.21
L2-D1	0.96	98.87	1.13	0.97	99.90	0.10	0.97	100.62	-0.62
L2-D2	0.96	98.87	1.13	0.97	99.59	0.41	0.97	100.41	-0.41
L2-D3	0.96	98.97	1.03	0.97	99.90	0.10	0.97	100.73	-0.73
L1-D1	0.97	99.48	0.52	0.96	99.18	0.82	0.98	101.14	-1.14
L1-D2	0.97	99.48	0.52	0.98	101.13	-1.13	0.97	100.31	-0.31
L1-D3	0.97	100.00	0.00	1.01	104.33	-4.33	0.98	101.45	-1.45

Fuente: Elaboración propia (2018).

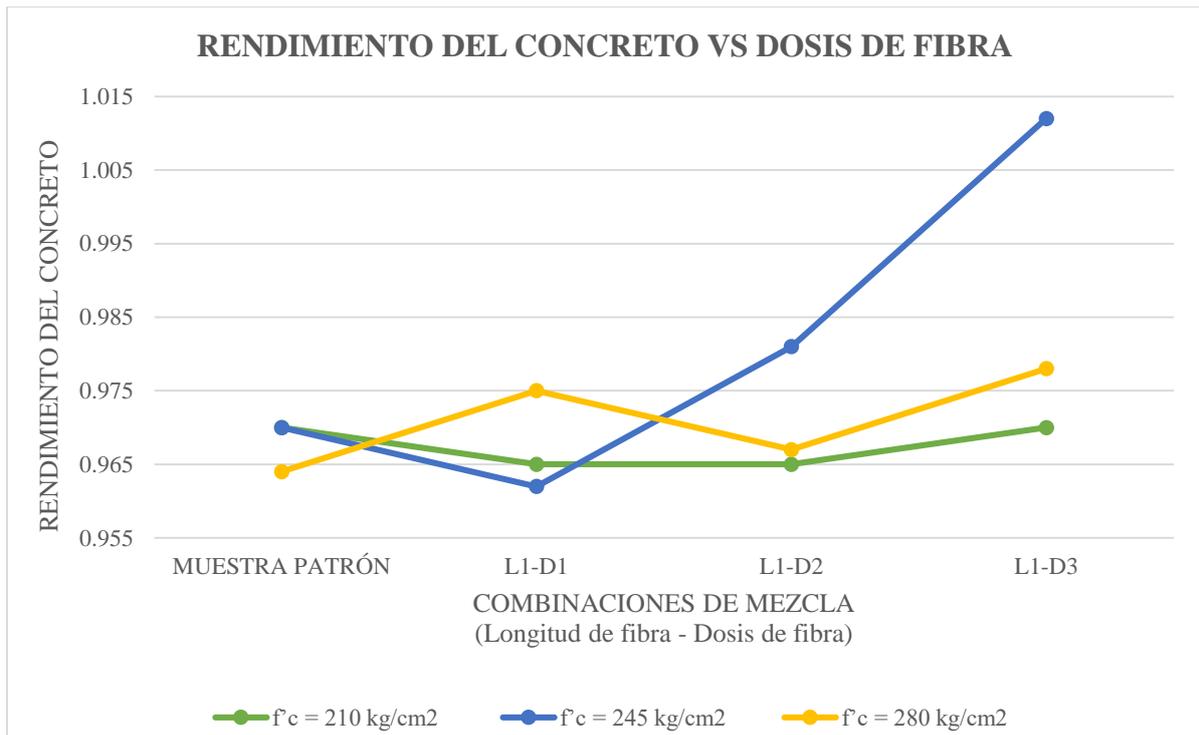




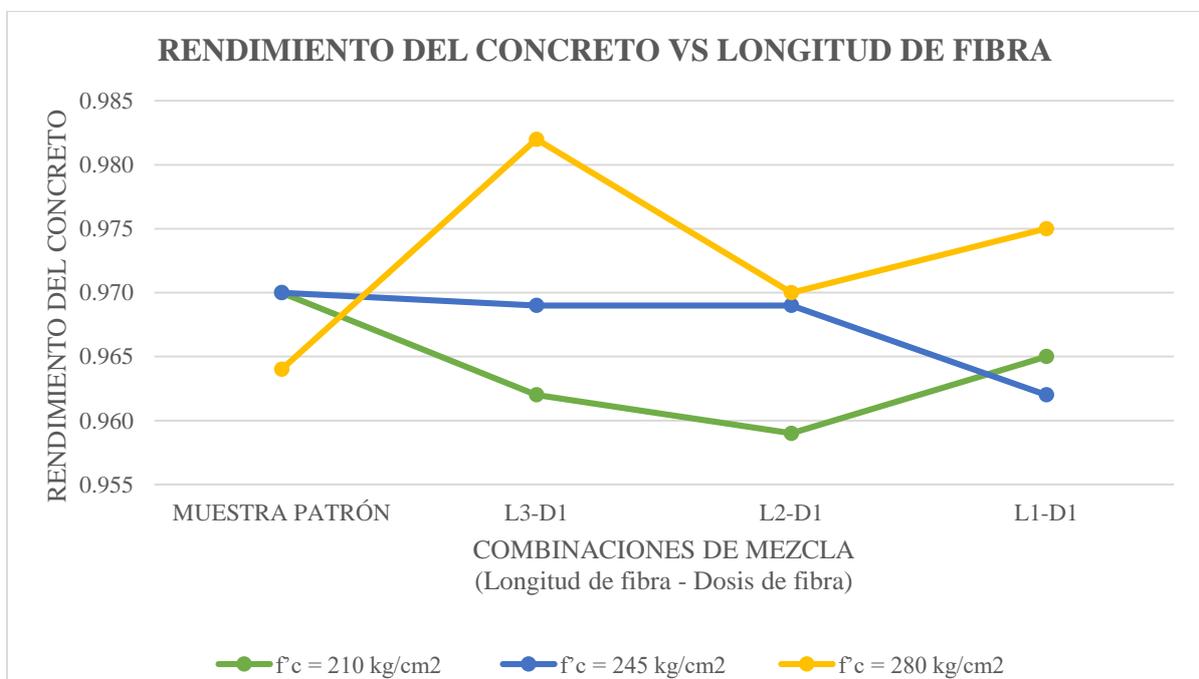
**Gráfica 34.** Rendimiento del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 1.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



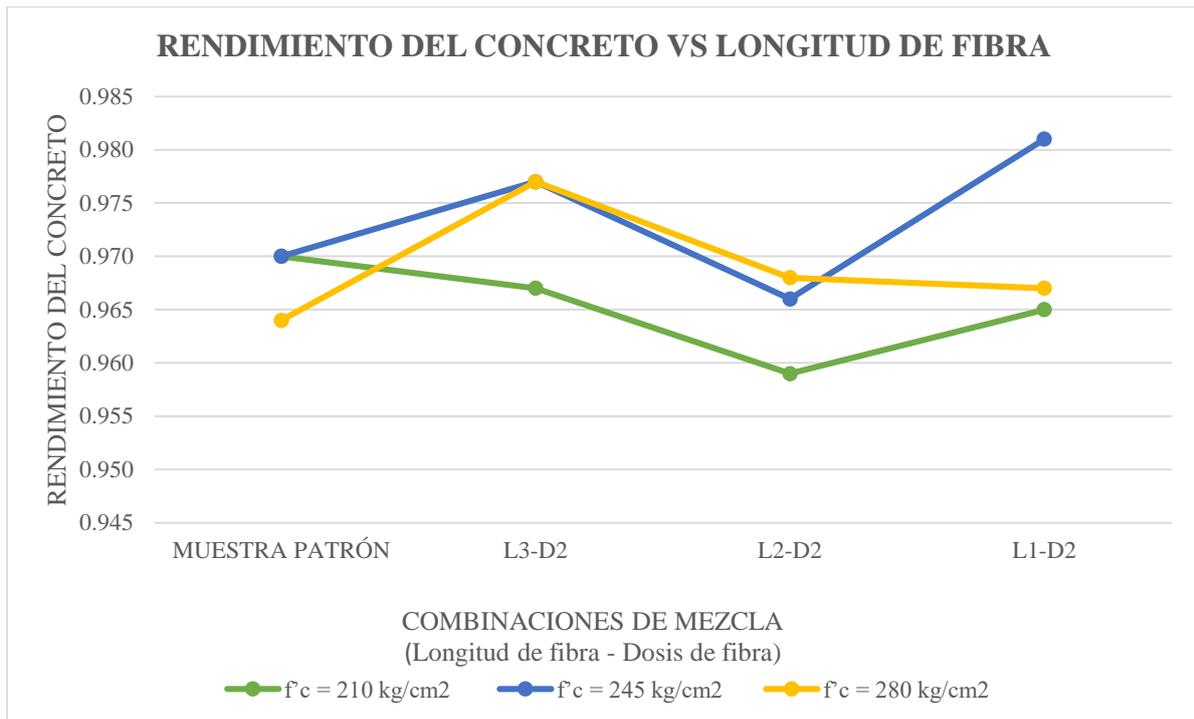
**Gráfica 35.** Rendimiento del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 2.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



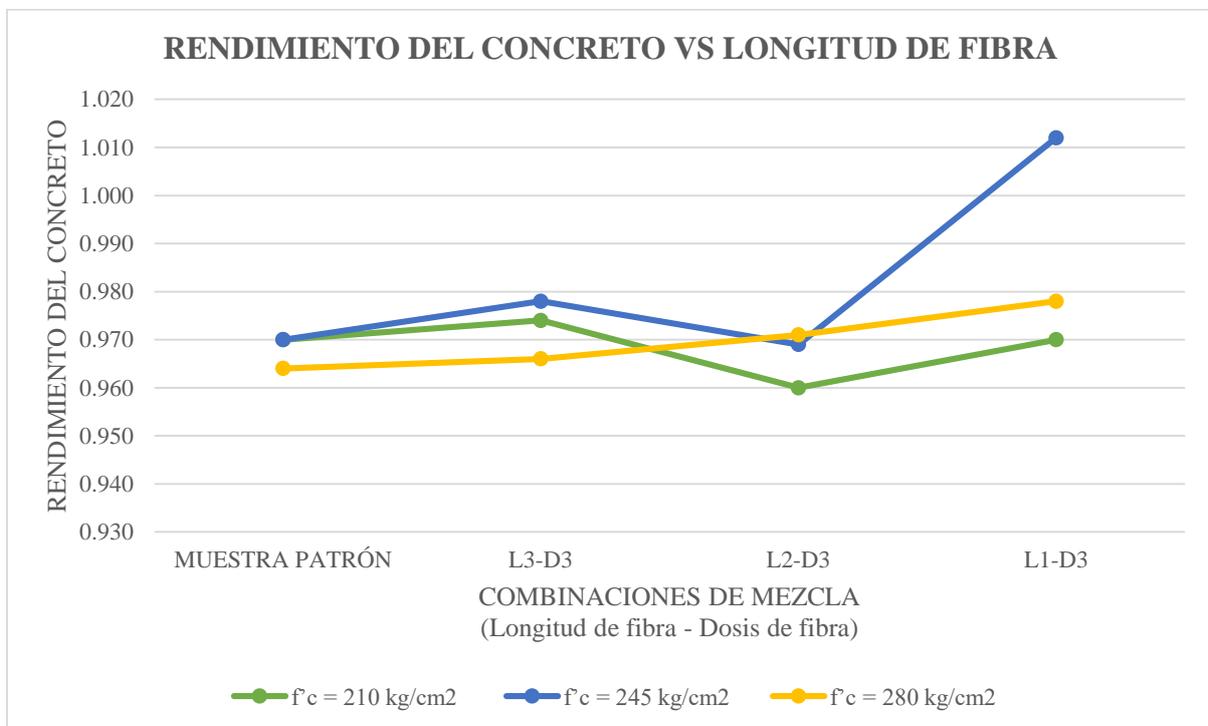
**Gráfica 36.** Rendimiento del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 3.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



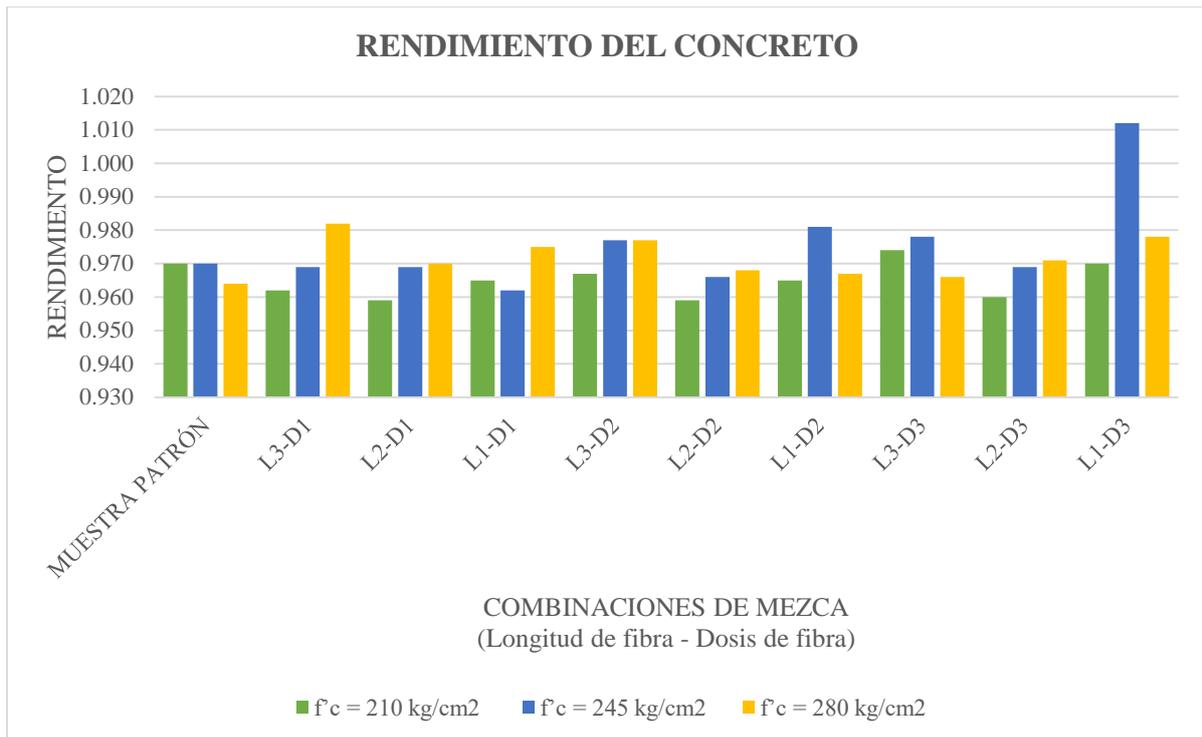
**Gráfica 37.** Rendimiento del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 0.7 kg/m<sup>3</sup> y variando las Longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



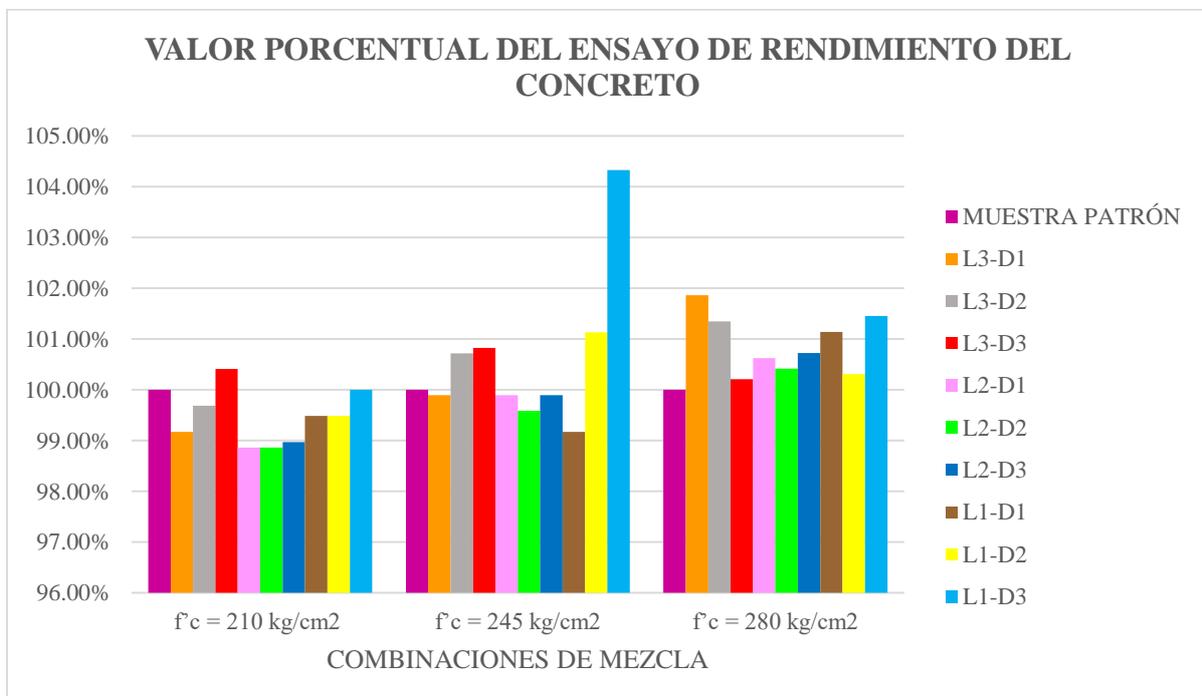
**Gráfica 38.** Rendimiento del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 1.4 kg/m<sup>3</sup> y variando las Longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



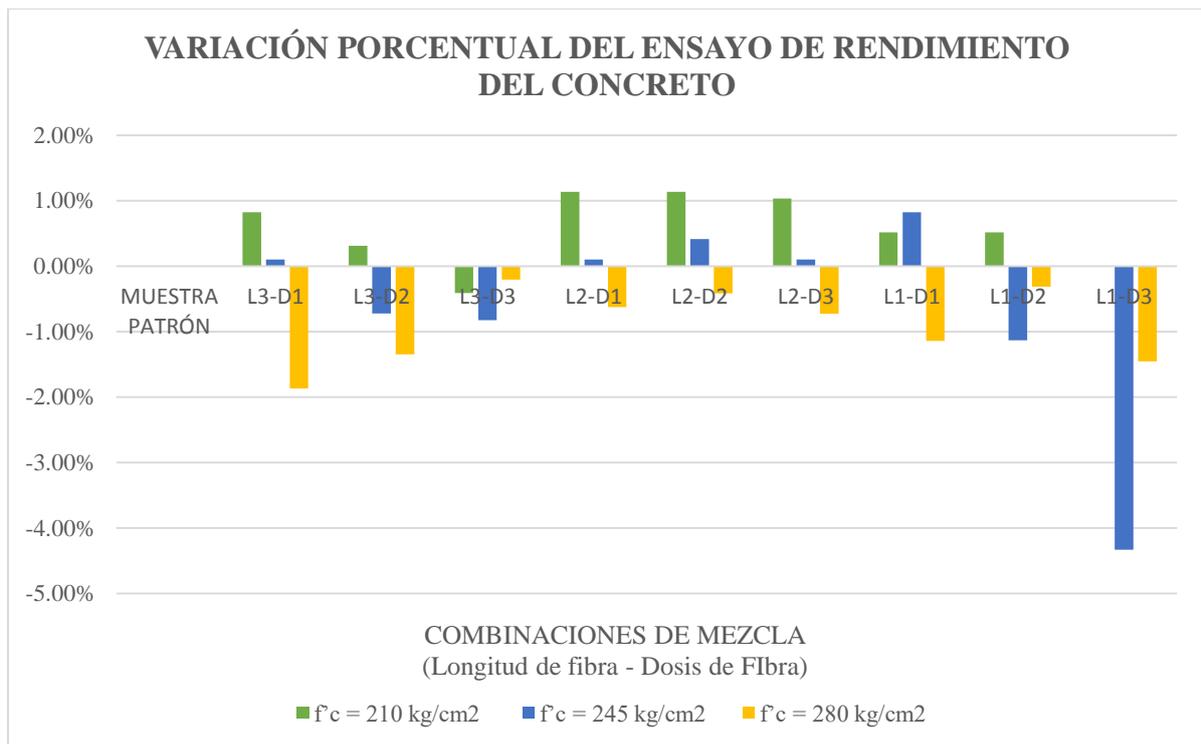
**Gráfica 39.** Rendimiento del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 2.0 kg/m<sup>3</sup> y variando las Longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 40.** Resultados de los Ensayos de Rendimiento de todas las combinaciones de Mezcla de la Investigación  
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 41.** Valor porcentual obtenido Rendimiento del Concreto para todas las combinaciones de mezcla de la Investigación  
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 42.** Variación porcentual del Ensayo de Rendimiento del Concreto para todas las combinaciones de mezcla de la Investigación  
Fuente: Elaboración propia (2018).

#### 4.1.1.4.5. Contenido de Aire del Concreto

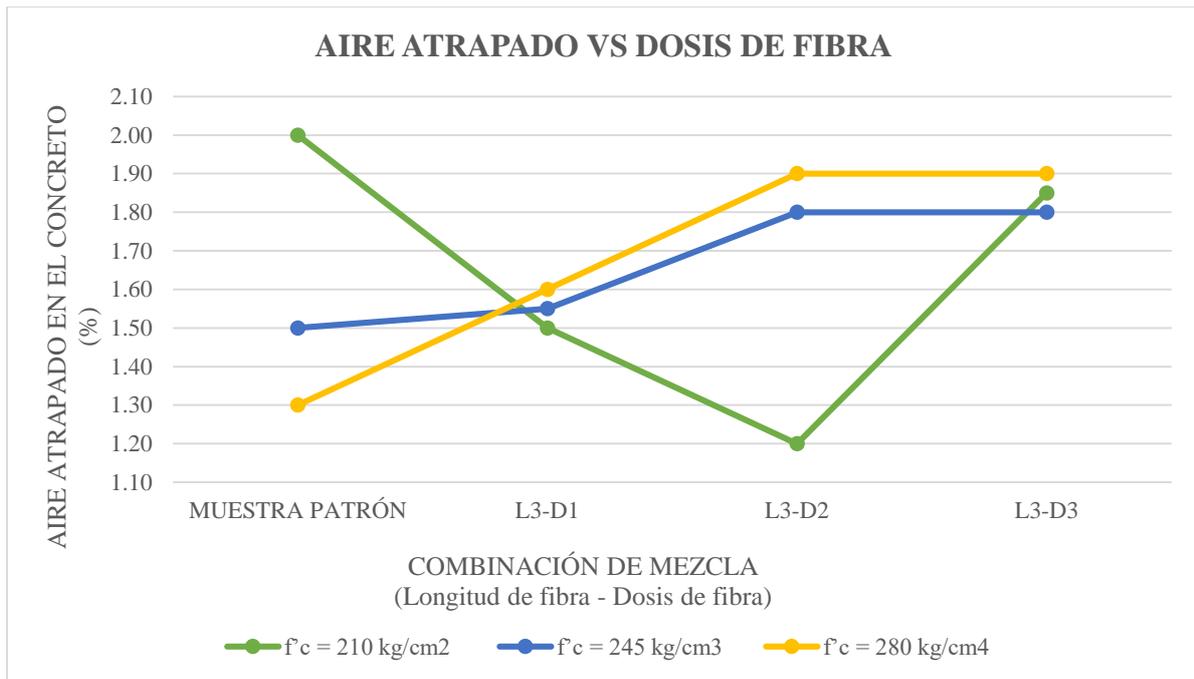
Los ensayos de Contenido de Aire del Concreto fueron realizados acorde a la Norma NTP 339.046:2008 (Método de ensayo para determinar la densidad-peso unitario, rendimiento y contenido de aire-método gravimétrico del concreto), donde se encontró que existe mayor variación de resultados cuando se utiliza longitudes de fibra de rafia de 3.5 cm y dosis de 2.0 kg/m<sup>3</sup>. la combinación que tiene mayor variación respecto a su muestra patrón es  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L1-D3. Ver Tabla 58.

**Tabla 58.**

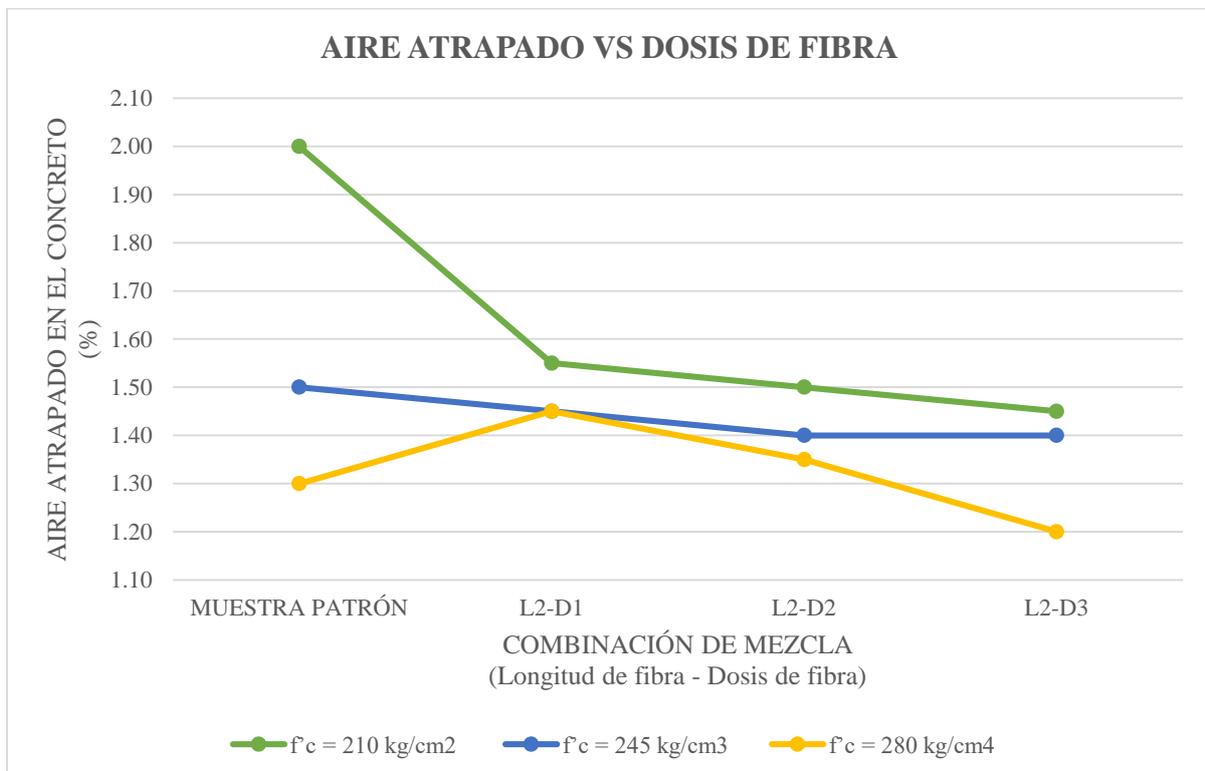
*Contenido de aire atrapado de todas las combinaciones de mezcla.*

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL CONCRETO									
DESCRIPCIÓN	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$			$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$			$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$		
	Aire atrapado(%)	Valor Porcentual (%)	Variación Porcentual (%)	Aire atrapado(%)	Valor Porcentual (%)	Variación Porcentual (%)	Aire atrapado(%)	Valor Porcentual (%)	Variación Porcentual (%)
MUESTRA PATRÓN	2.00	100.00	0.00	1.50	100.00	0.00	1.30	100.00	0.00
L3-D1	1.50	75.00	-25.00	1.55	103.33	3.33	1.60	123.08	23.08
L3-D2	1.20	60.00	-40.00	1.80	120.00	20.00	1.90	146.15	46.15
L3-D3	1.85	92.50	-7.50	1.80	120.00	20.00	1.90	146.15	46.15
L2-D1	1.55	77.50	-22.50	1.45	96.67	-3.33	1.45	111.54	11.54
L2-D2	1.50	75.00	-25.00	1.40	93.33	-6.67	1.35	103.85	3.85
L2-D3	1.45	72.50	-27.50	1.40	93.33	-6.67	1.20	92.31	-7.69
L1-D1	1.50	75.00	-25.00	1.60	106.67	6.67	1.80	138.46	38.46
L1-D2	1.60	80.00	-20.00	1.70	113.33	13.33	1.80	138.46	38.46
L1-D3	2.80	140.00	40.00	2.00	133.33	33.33	2.11	162.31	62.31

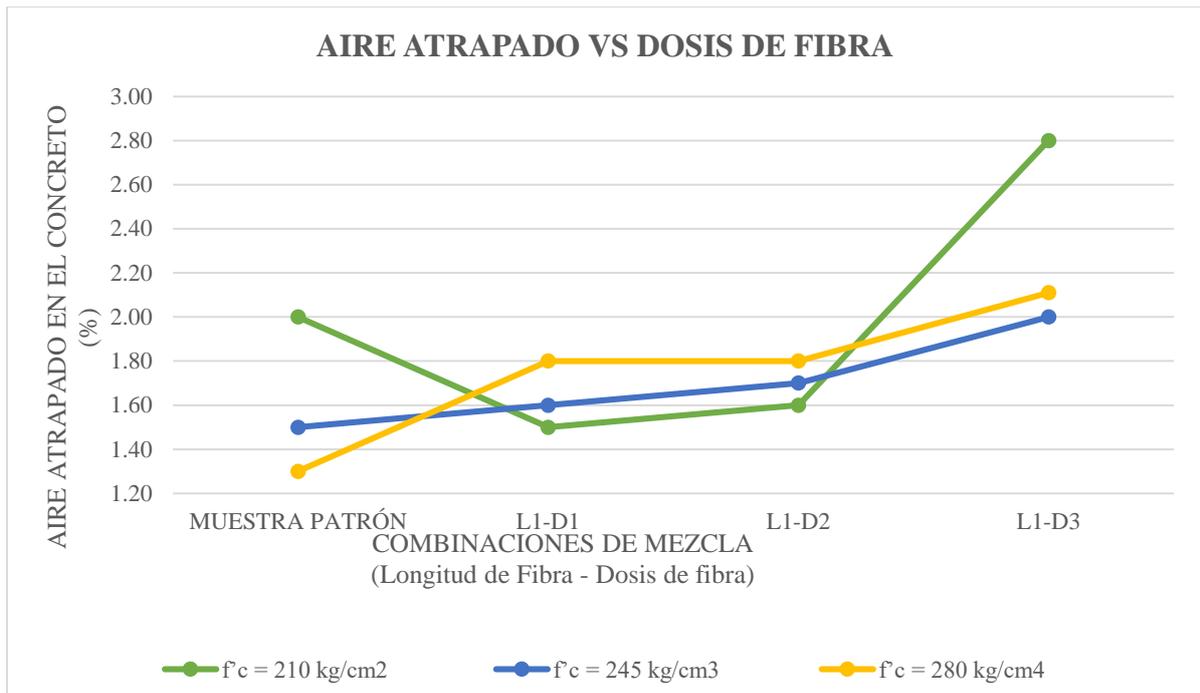
Fuente: Elaboración propia (2018).



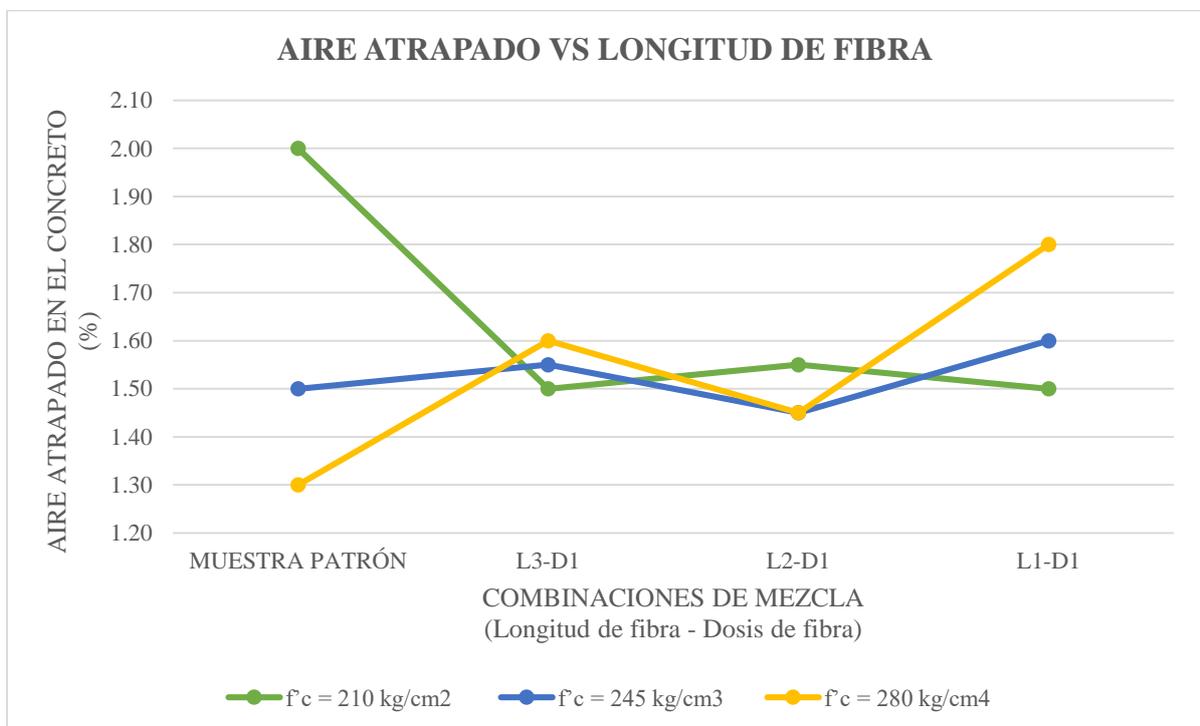
**Gráfica 43.** Aire atrapado del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 1.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



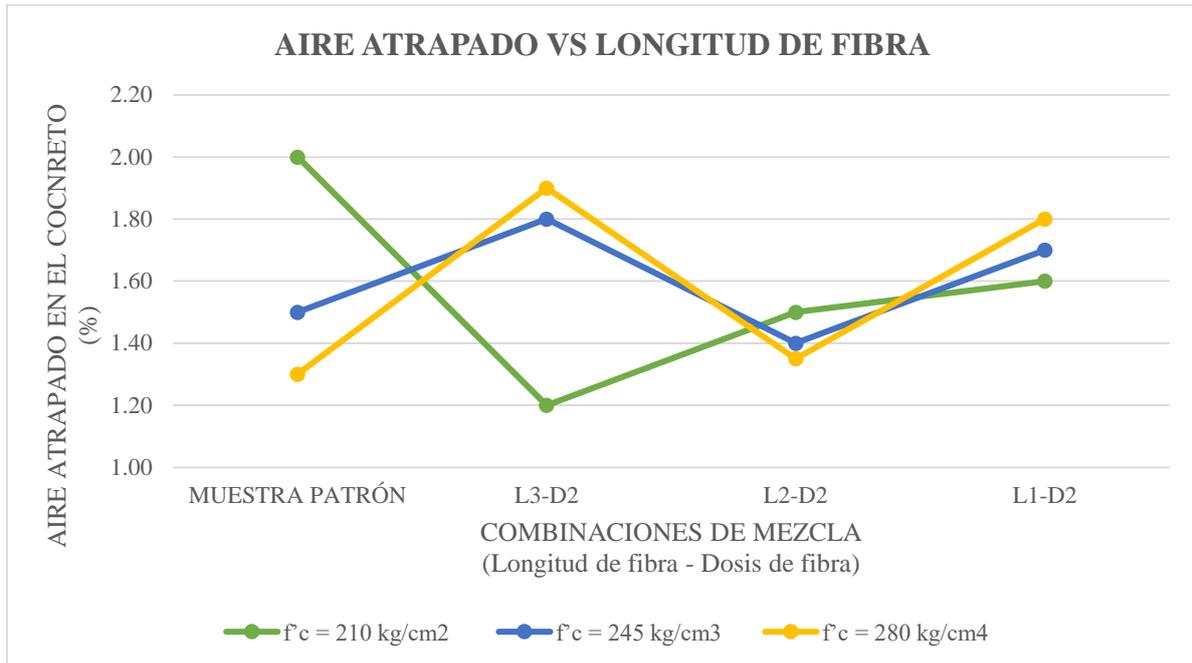
**Gráfica 44.** Aire atrapado del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 2.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



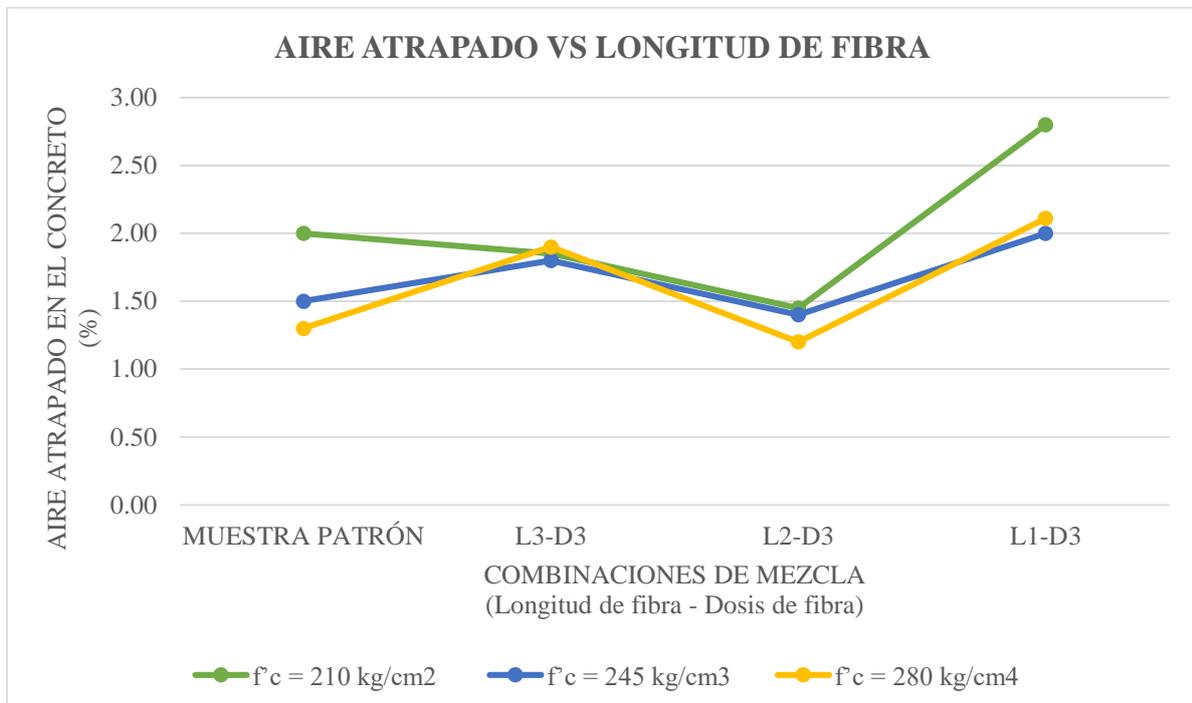
**Gráfica 45.** Aire atrapado del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 3.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



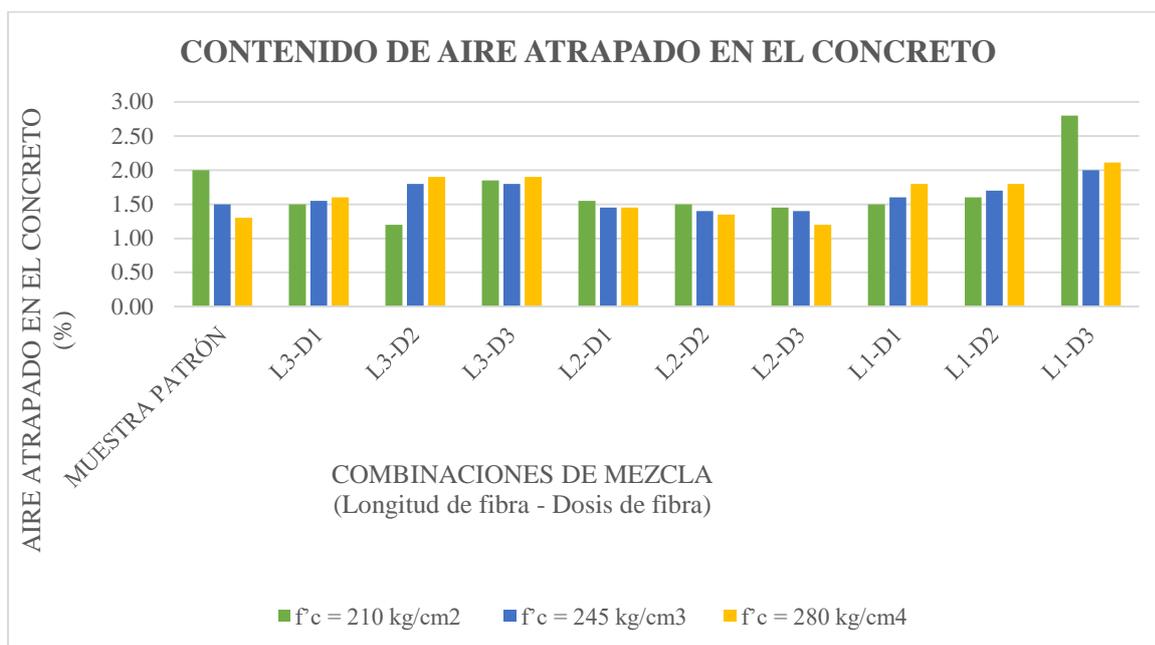
**Gráfica 46.** Aire atrapado del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 0.7 kg/m<sup>3</sup> y variando las longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



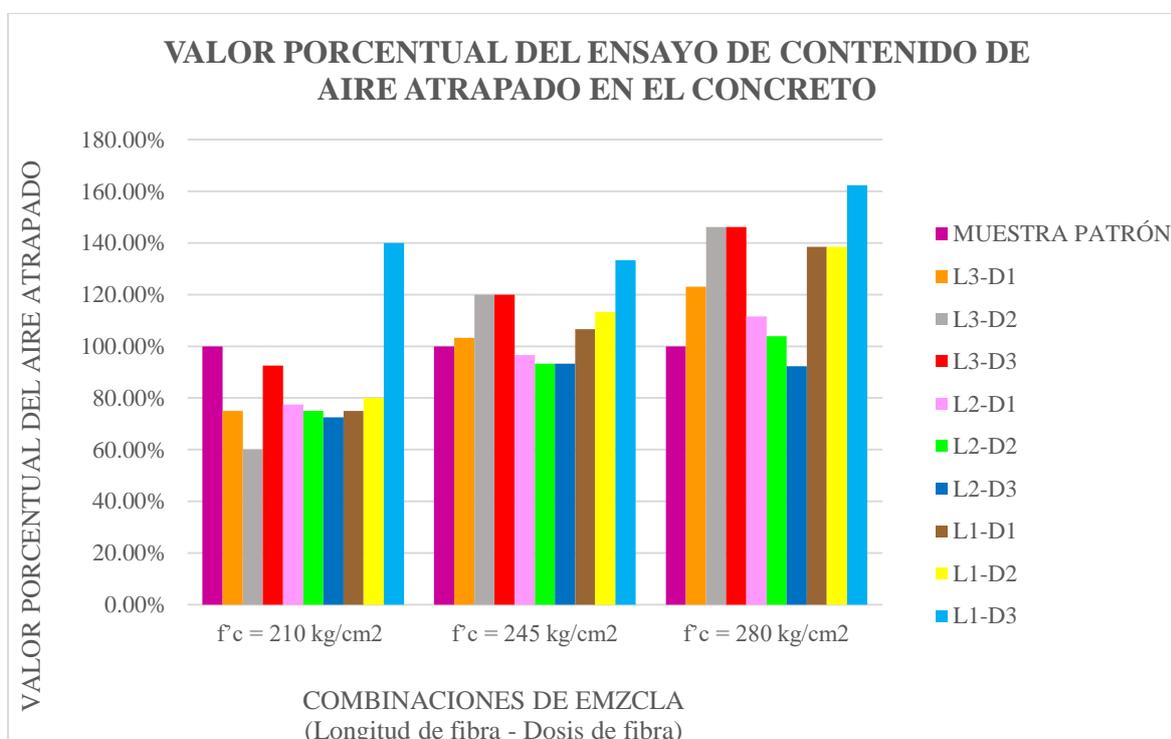
**Gráfica 47.** Aire atrapado del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 1.4 kg/m³ y variando las longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



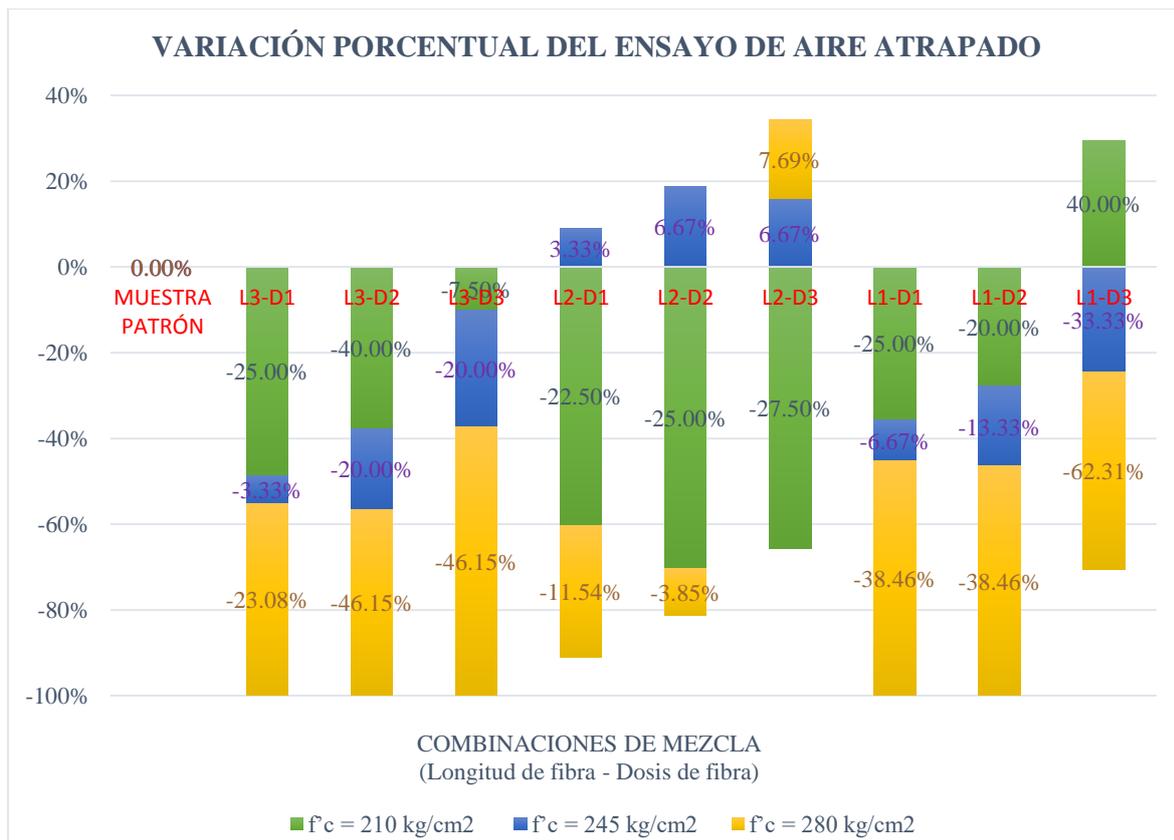
**Gráfica 48.** Aire atrapado del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 2.0 kg/m³ y variando las longitudes de fibra de rafia de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 49.** Resulto del Ensayo de Contenido de Aire atrapado para todas las combinaciones de mezcla de la investigación  
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 50.** Resulto del Ensayo de Contenido de Aire atrapado para todas las combinaciones de mezcla de la investigación.  
Fuente: Elaboración propia (2018)



**Gráfica 51.** Variación porcentual del Ensayo de Contenido de Aire atrapado para todas las combinaciones de mezcla de la investigación  
Fuente: Elaboración propia (2018)

#### 4.1.1.4.6. Tiempo de Fragua del Concreto

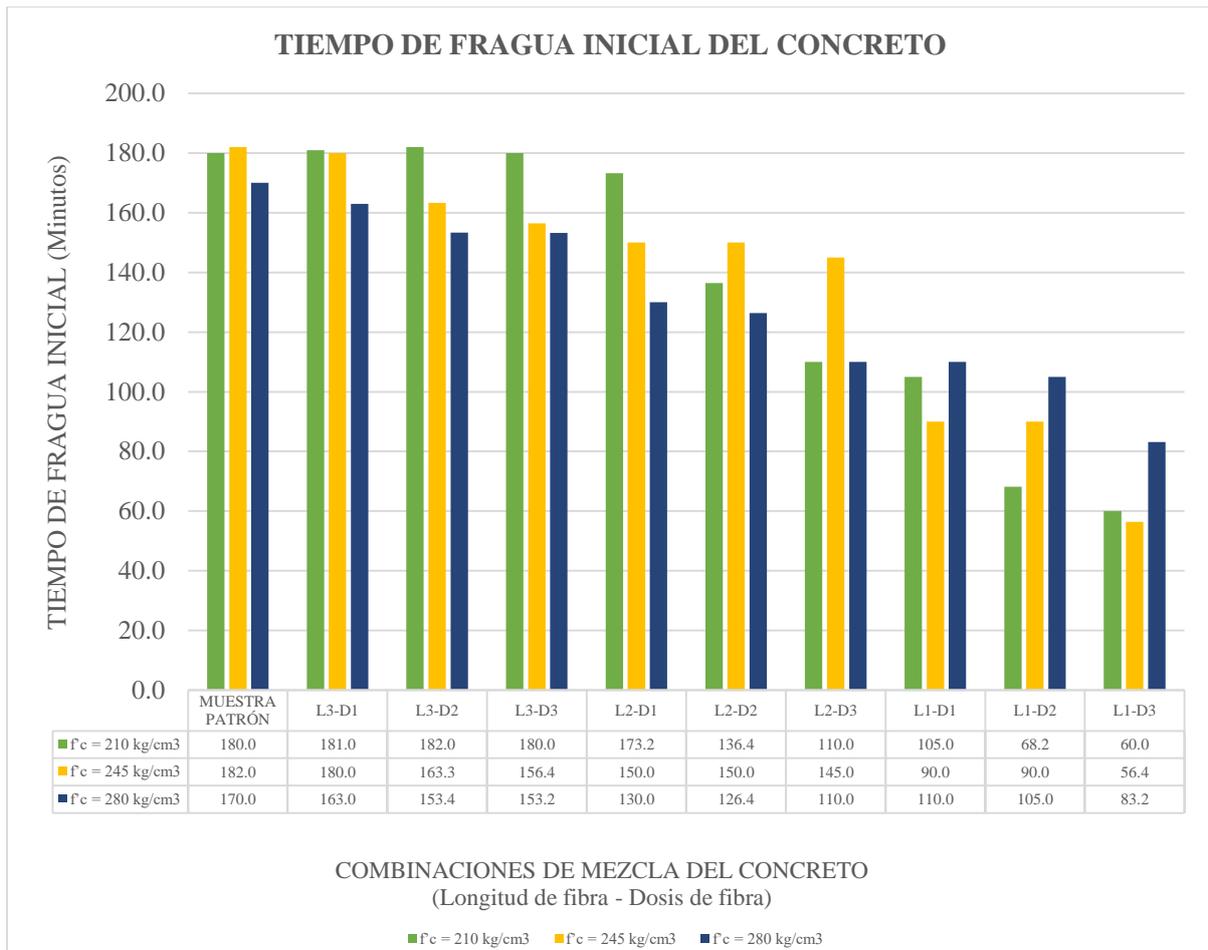
Al realizar los ensayos se encontró que cuando se aumenta la longitud de fibra de rafia usada en la mezcla de concreto la variación en el Tiempo de fragua inicial respecto a la muestra patrón va incrementándose. Ver Tabla 59.

**Tabla 59.**

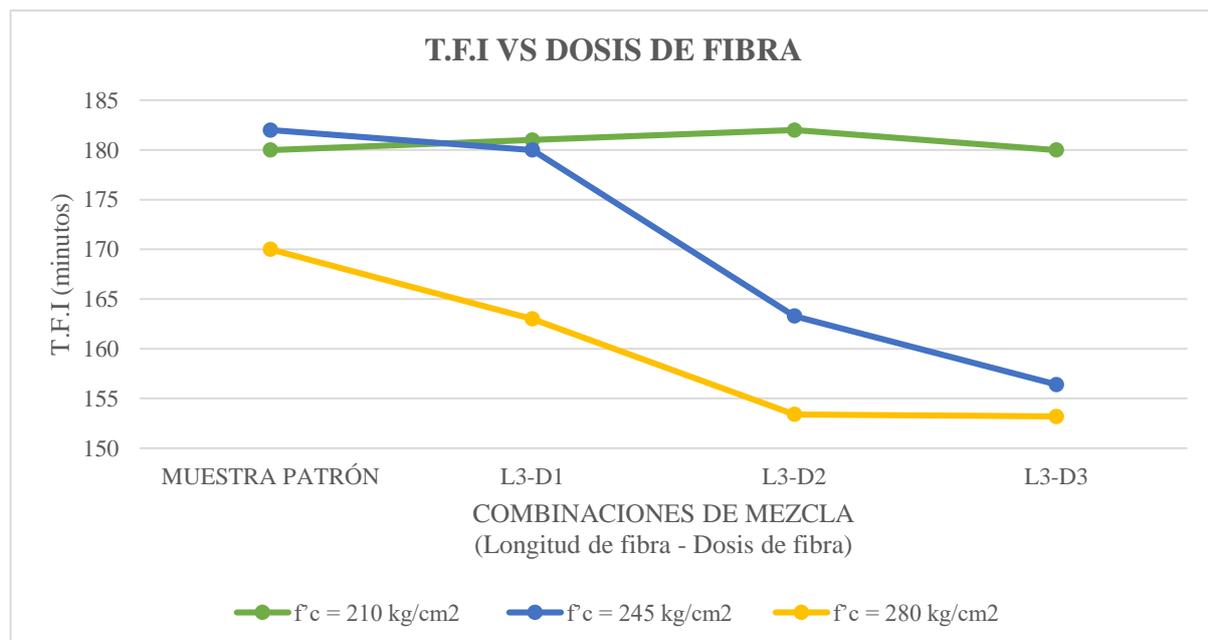
*Tiempo de fragua inicial de todas las combinaciones de mezcla.*

TIEMPO DE FRAGUA INICIAL DEL CONCRETO									
DESCRIPCIÓN	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>			f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup>			f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>		
	T.F.I (minutos)	Valor Porcentual (%)	Variación Porcentual (%)	T.F.I (minutos)	Valor Porcentual (%)	Variación Porcentual (%)	T.F.I (minutos)	Valor Porcentual (%)	Variación Porcentual (%)
MUESTRA PATRÓN	180.00	100.00	0.00	182.00	100.00	0.00	170.00	100.00	0.00
L3-D1	181.00	100.56	0.56	180.00	98.90	-1.10	163.00	95.88	-4.12
L3-D2	182.00	101.11	1.11	163.30	89.73	-10.27	153.40	90.24	-9.76
L3-D3	180.00	100.00	0.00	156.40	85.93	-14.07	153.20	90.12	-9.88
L2-D1	173.20	96.22	-3.78	150.00	82.42	-17.58	130.00	76.47	-23.53
L2-D2	136.40	75.78	-24.22	150.00	82.42	-17.58	126.40	74.35	-25.65
L2-D3	110.00	61.11	-38.89	145.00	79.67	-20.33	110.00	64.71	-35.29
L1-D1	105.00	58.33	-41.67	90.00	49.45	-50.55	110.00	64.71	-35.29
L1-D2	68.20	37.89	-62.11	90.00	49.45	-50.55	105.00	61.76	-38.24
L1-D3	60.00	33.33	-66.67	56.40	30.99	-69.01	83.20	48.94	-51.06

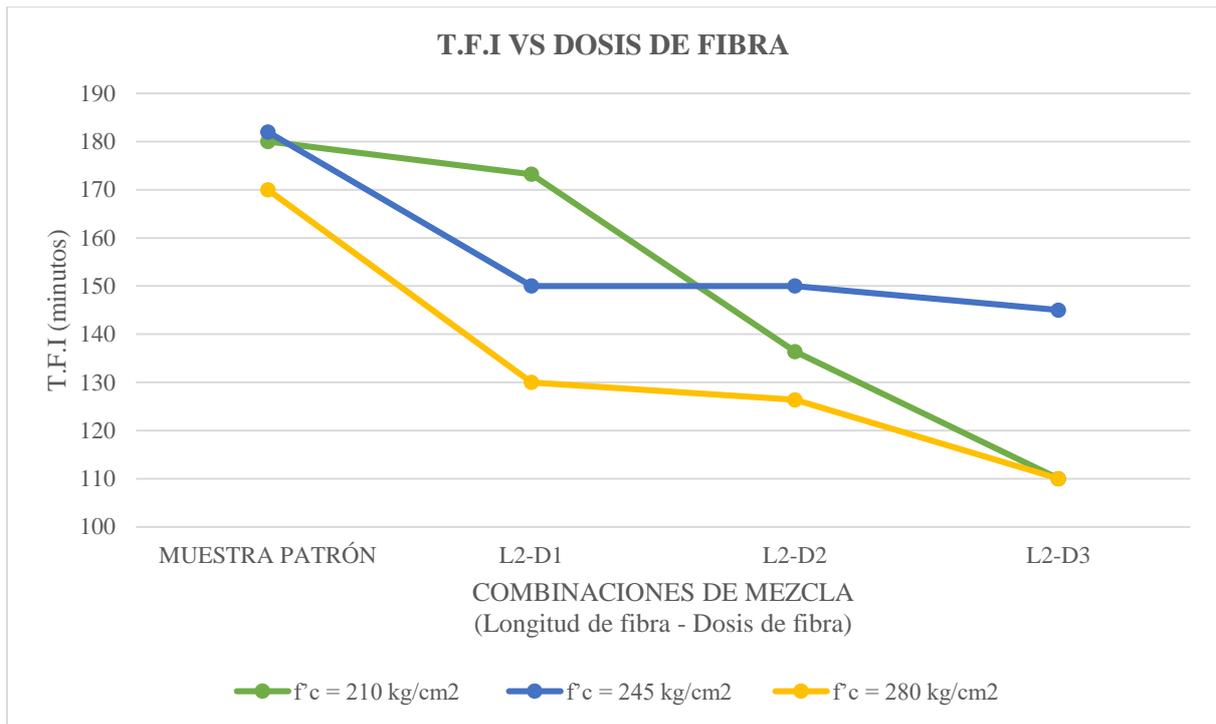
Fuente: Elaboración propia (2018)



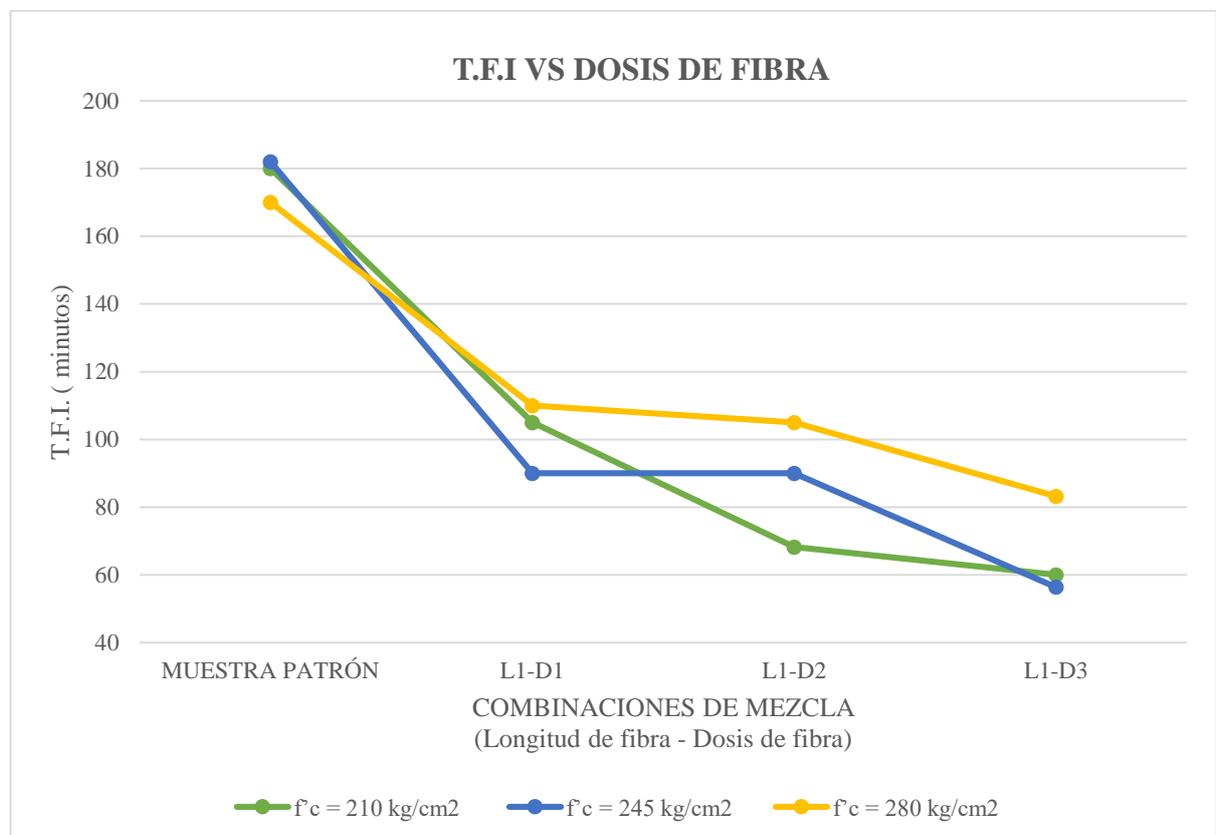
**Gráfica 52.** Tiempo de Fragua Inicial del Concreto en todas sus combinaciones de mezcla.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



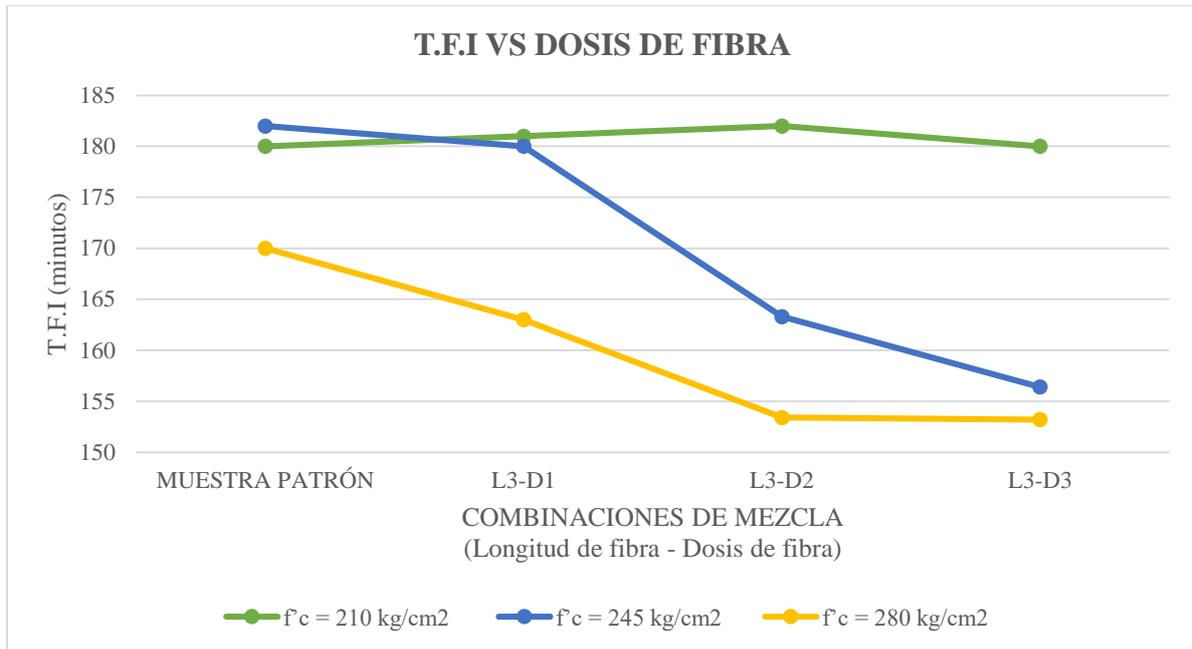
**Gráfica 53.** Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 1.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



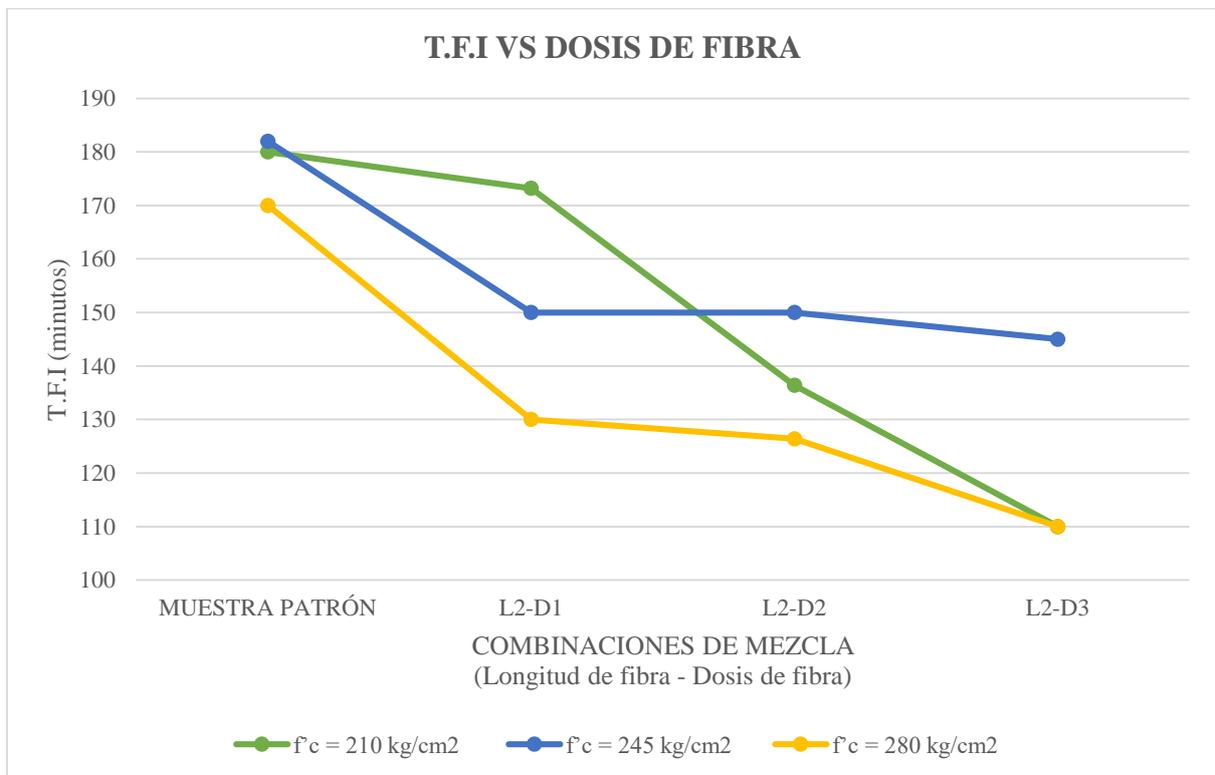
**Gráfica 54.** Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 2.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



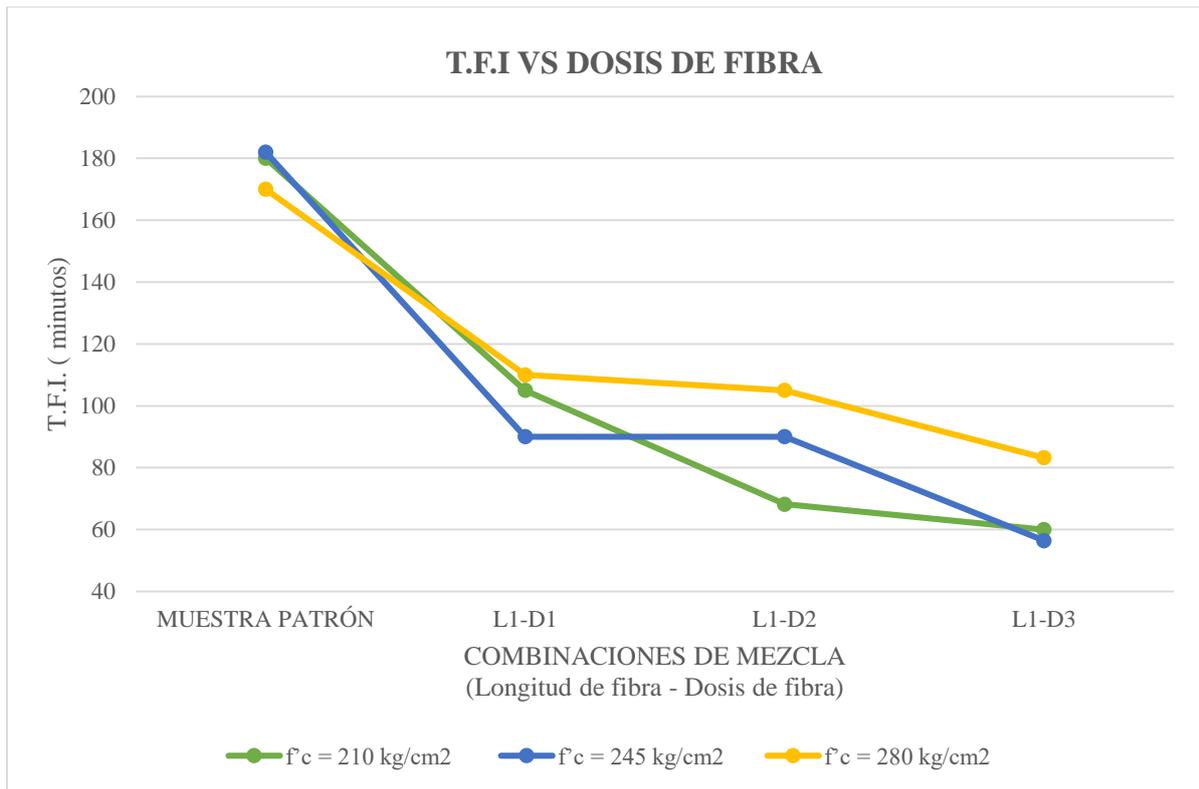
**Gráfica 55.** Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 3.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



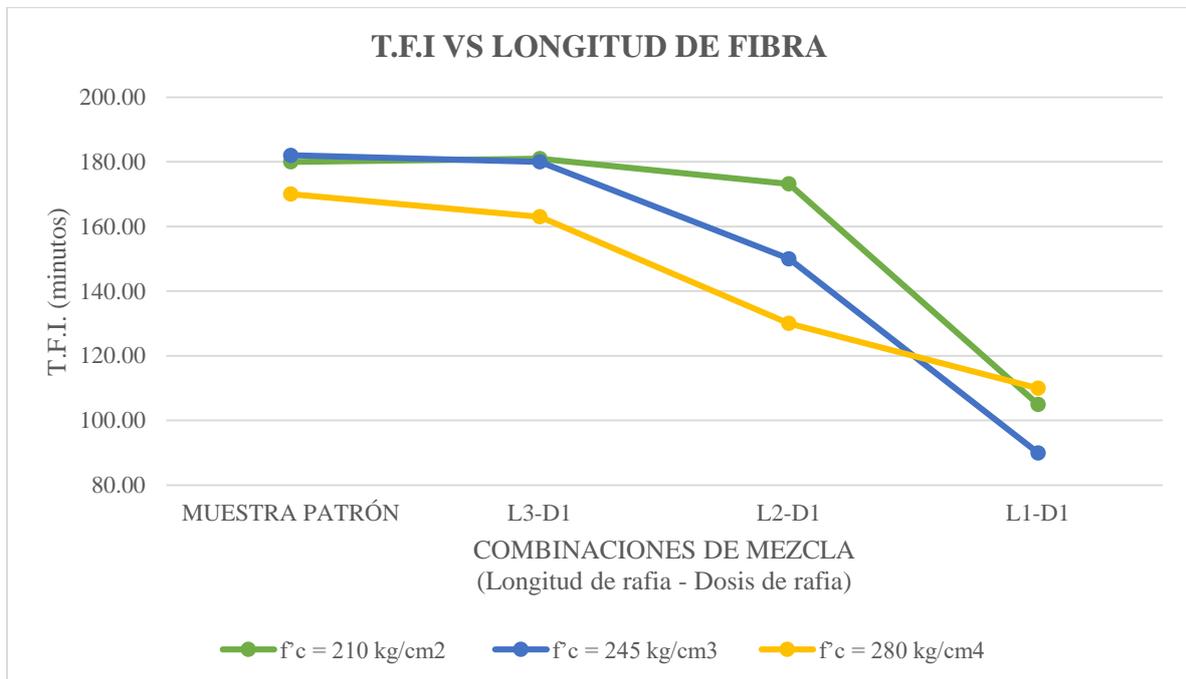
**Gráfica 56.** Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 1.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



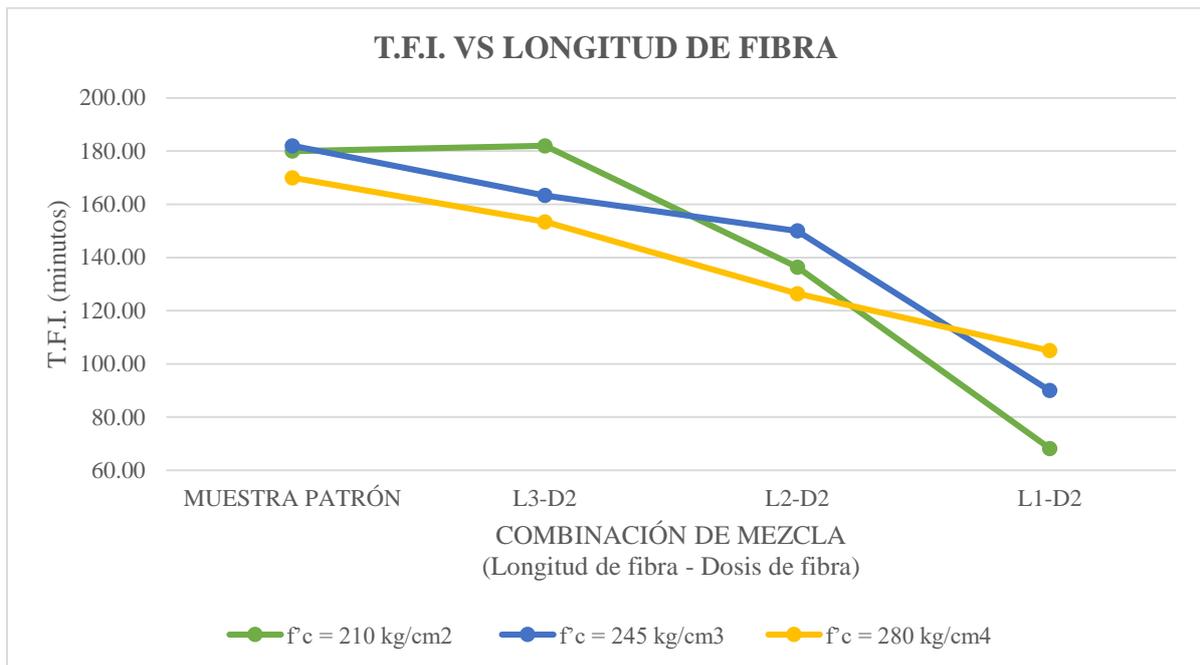
**Gráfica 57.** Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 2.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



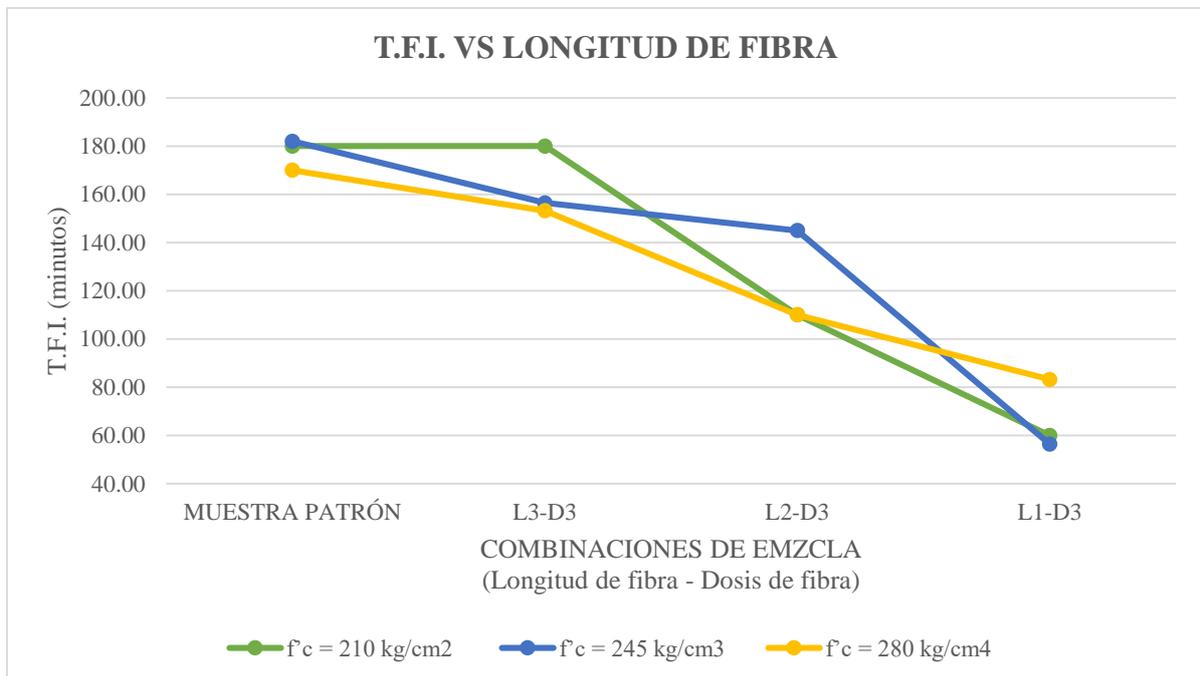
**Gráfica 58.** Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 3.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



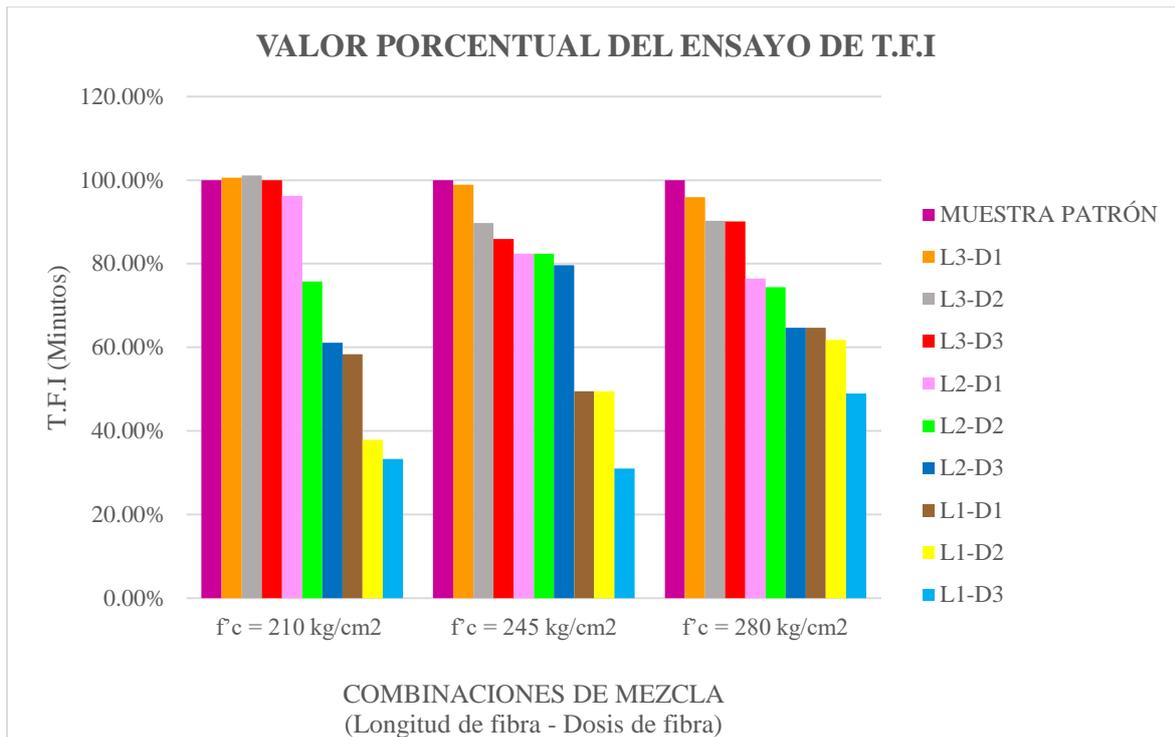
**Gráfica 59.** Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 0.7 kg/m<sup>3</sup> y variando las longitudes de fibra de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



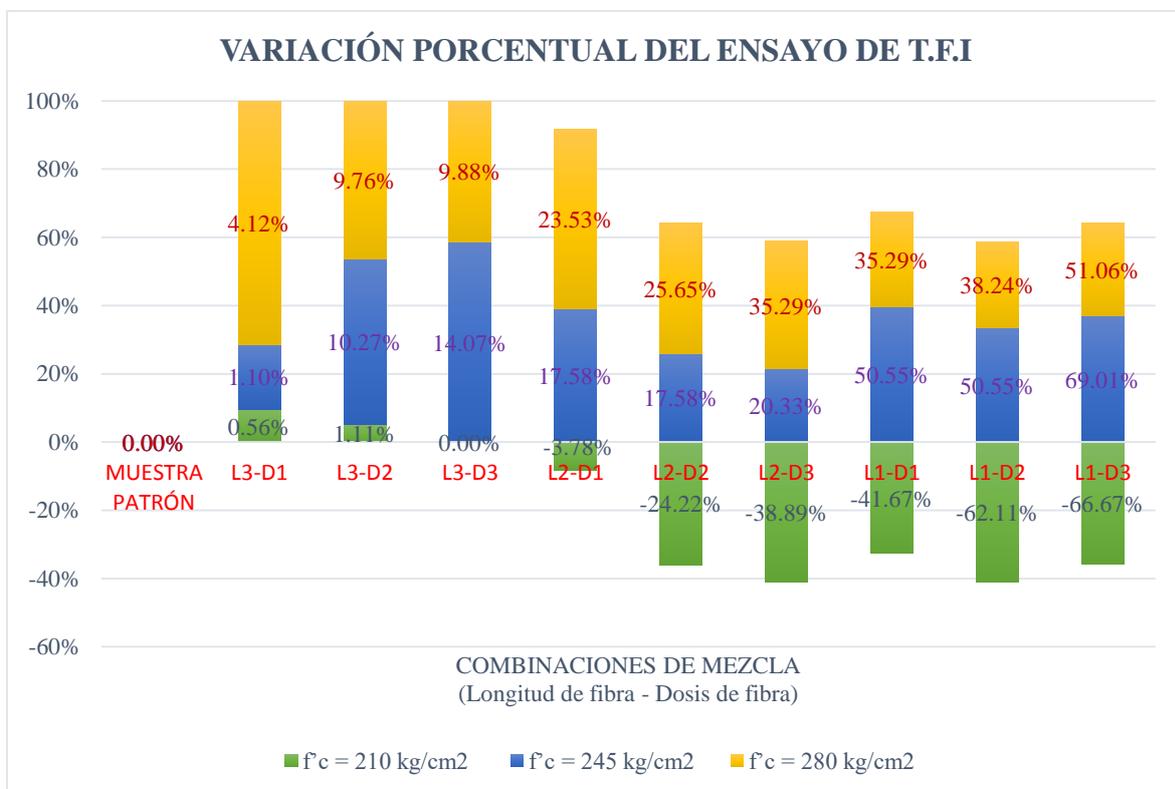
**Gráfica 60.** Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de  $1.4 \text{ kg/m}^3$  y variando las longitudes de fibra de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 61.** Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de  $2.0 \text{ kg/m}^3$  y variando las longitudes de fibra de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 62.** Valor porcentual del Ensayo de Tiempo de Fragua Inicial en el Concreto en todas las combinaciones de mezcla  
 Fuente: Elaboración propia (2018).



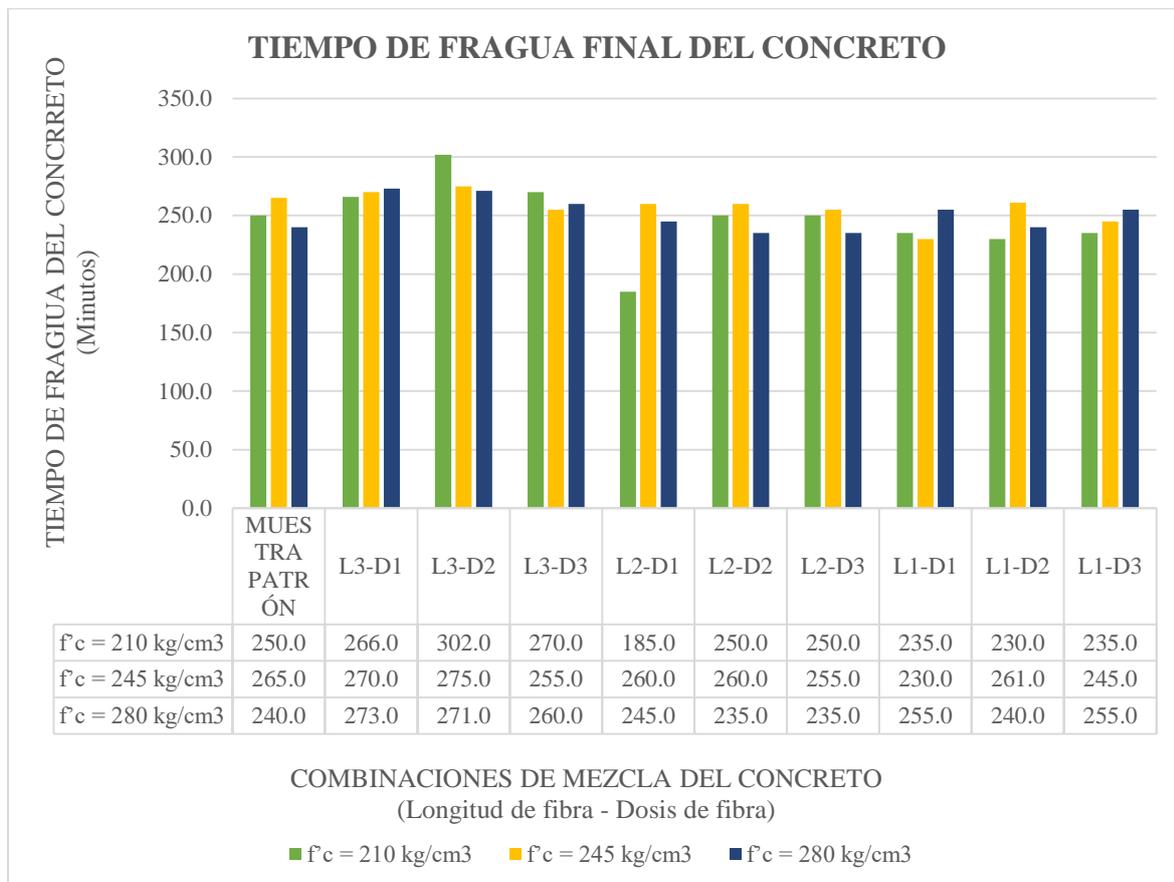
**Gráfica 63.** Variación porcentual del Ensayo de Tiempo de Fragua Inicial en el Concreto en todas las combinaciones de mezcla  
 Fuente: Elaboración propia (2018).

Al realizar los ensayos para la obtención del Tiempo de Fragua Final se encontró que no existe una relación directa ni indirecta respecto a la longitud ni dosis empleada en las combinaciones de mezcla para ser comparadas con la muestra patrón. Ver Tabla 60.

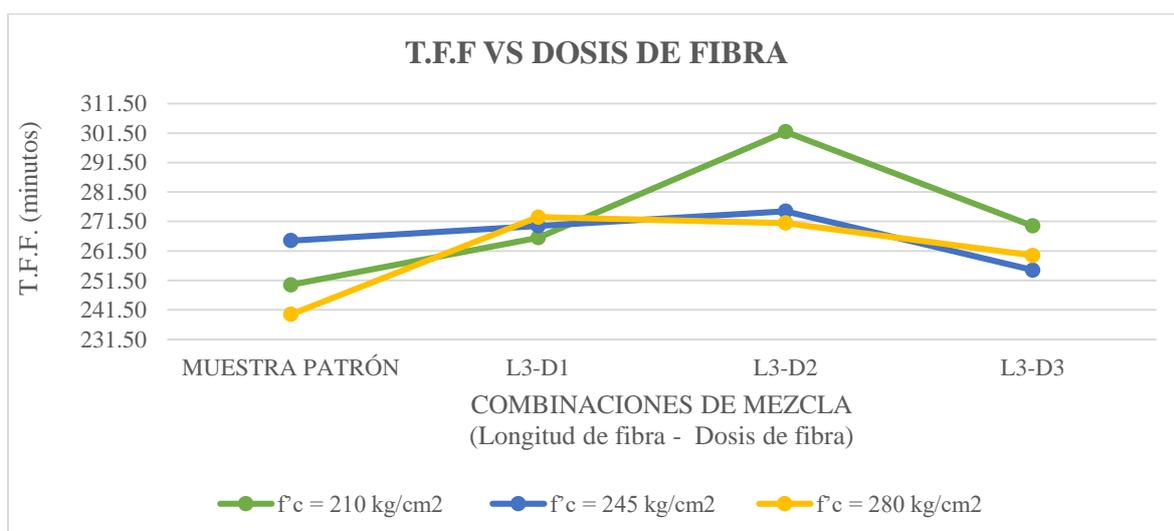
**Tabla 60.**  
*Tiempo de fragua Final de todas las combinaciones de mezcla.*

TIEMPO DE FRAGUA FINAL EN EL CONCRETO									
DESCRIPCIÓN	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>			f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup>			f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>		
	T.F.F (minutos)	Valor Porcentual (%)	Variación Porcentual (%)	T.F.F (minutos)	Valor Porcentual (%)	Variación Porcentual (%)	T.F.F (minutos)	Valor Porcentual (%)	Variación Porcentual (%)
MUESTRA PATRÓN	250.00	100.00	0.00	265.00	100.00	0.00	240.00	100.00	0.00
L3-D1	266.00	106.40	6.40	270.00	101.89	1.89	273.00	113.75	13.75
L3-D2	302.00	120.80	20.80	275.00	103.77	3.77	271.00	112.92	12.92
L3-D3	270.00	108.00	8.00	255.00	96.23	-3.77	260.00	108.33	8.33
L2-D1	185.00	74.00	-26.00	260.00	98.11	-1.89	245.00	102.08	2.08
L2-D2	250.00	100.00	0.00	260.00	98.11	-1.89	235.00	97.92	-2.08
L2-D3	250.00	100.00	0.00	255.00	96.23	-3.77	235.00	97.92	-2.08
L1-D1	235.00	94.00	-6.00	230.00	86.79	-13.21	255.00	106.25	6.25
L1-D2	230.00	92.00	-8.00	261.00	98.49	-1.51	240.00	100.00	0.00
L1-D3	235.00	94.00	-6.00	245.00	92.45	-7.55	255.00	106.25	6.25

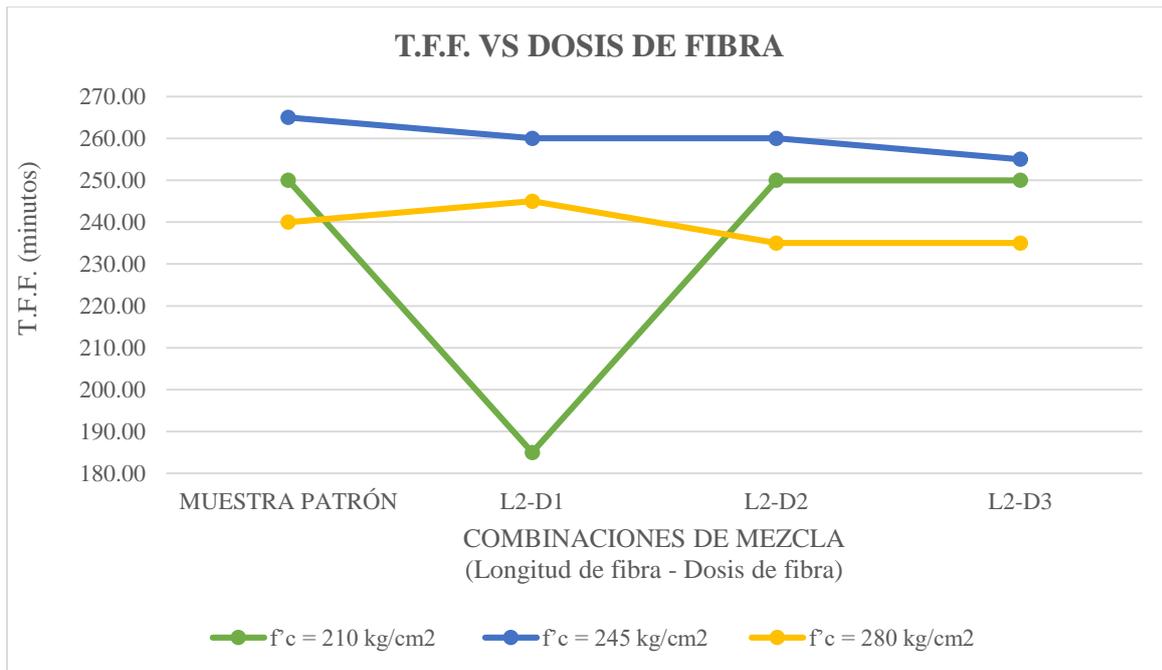
Fuente: Elaboración propia (2018)



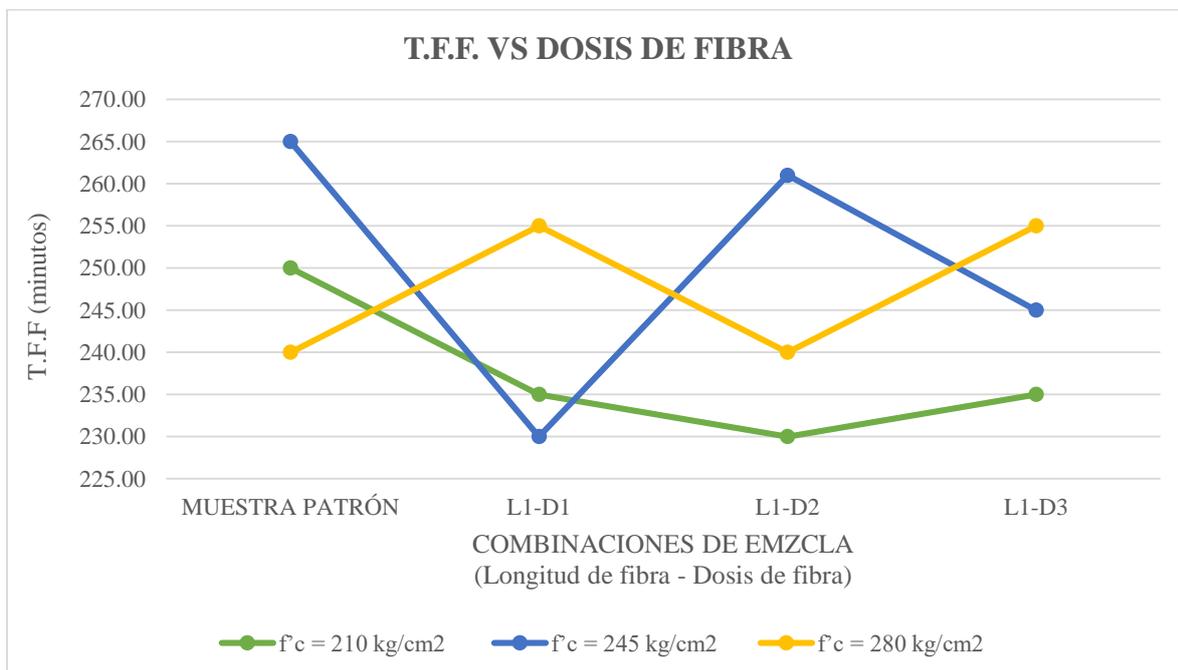
**Gráfica 64.** Tiempo de Fragua Final del Concreto en todas sus combinaciones de mezcla.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



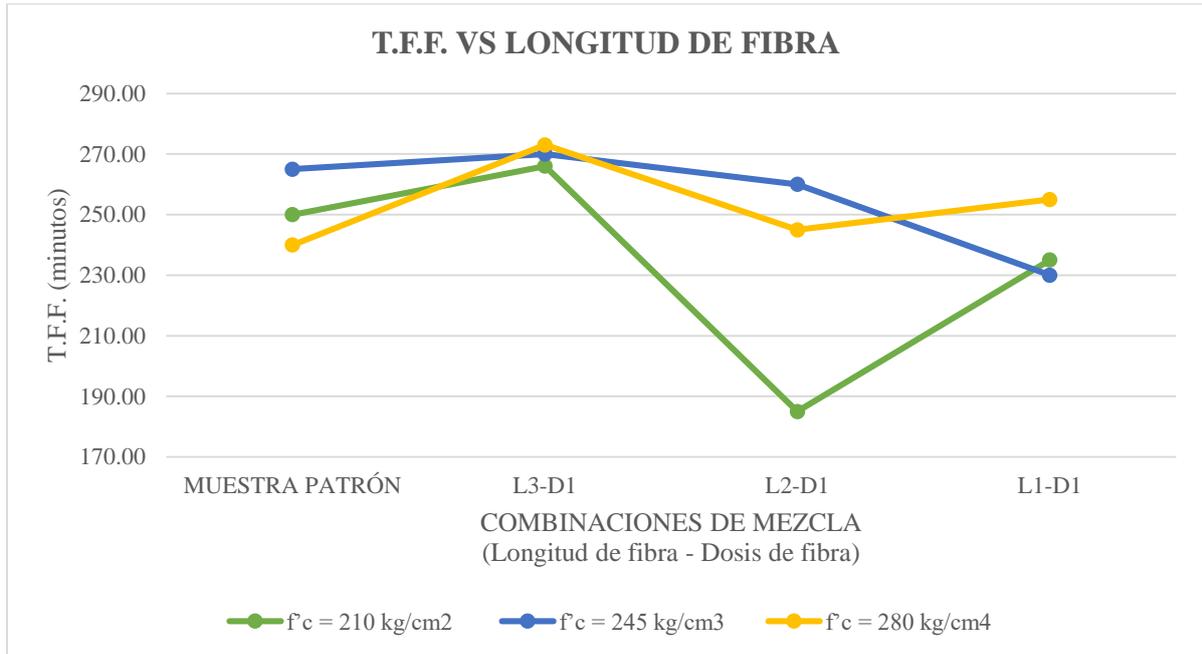
**Gráfica 65.** Tiempo de fragua final del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 1.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



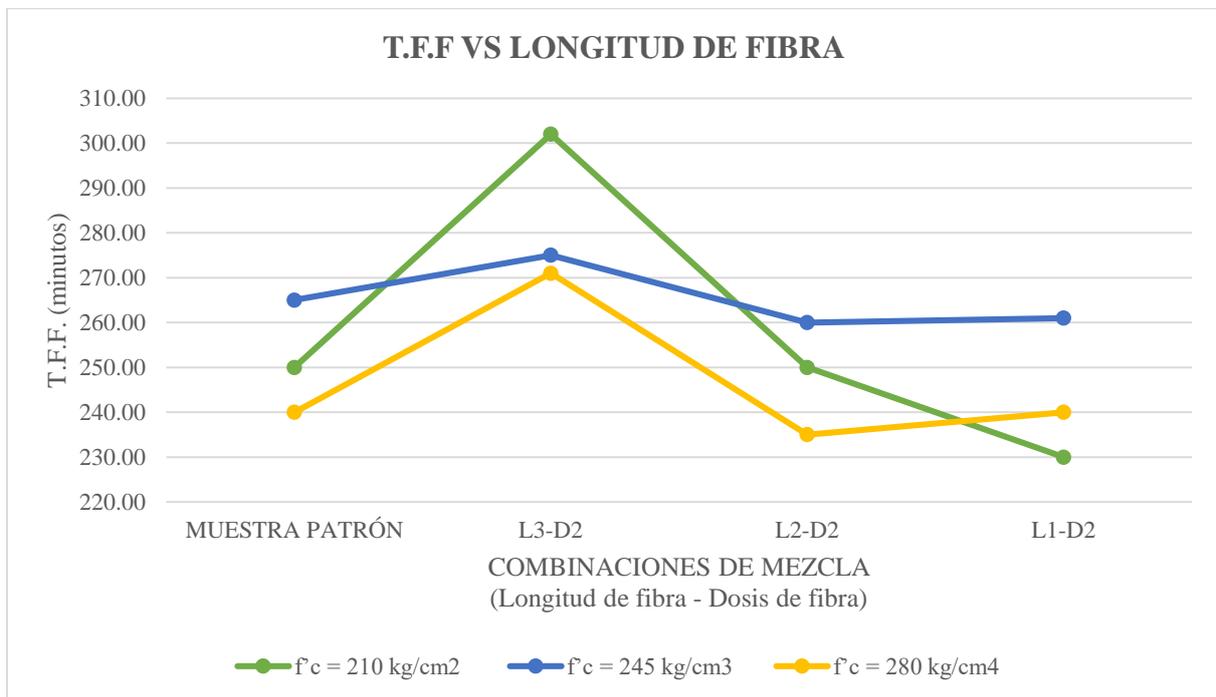
**Gráfica 66.** Tiempo de fragua final del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 2.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



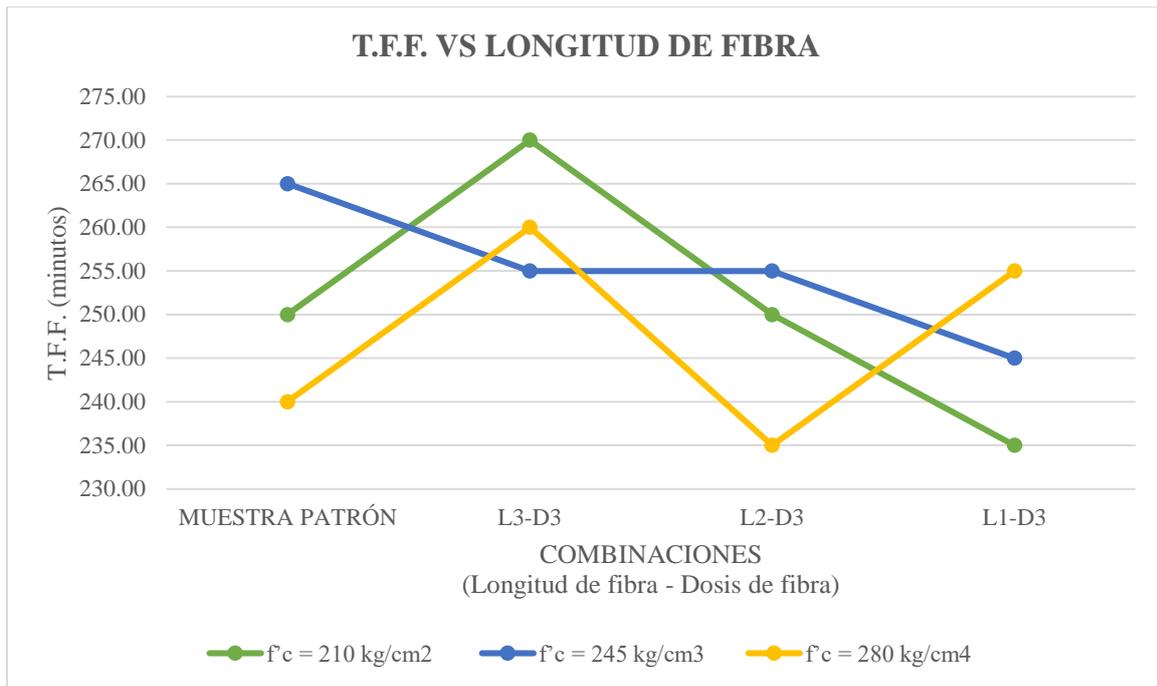
**Gráfica 67.** Tiempo de fragua final del Concreto utilizando sólo Longitud de fibra de rafia de 3.5 cm y variando las dosis de fibra de rafia de 0.7, 1.4 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



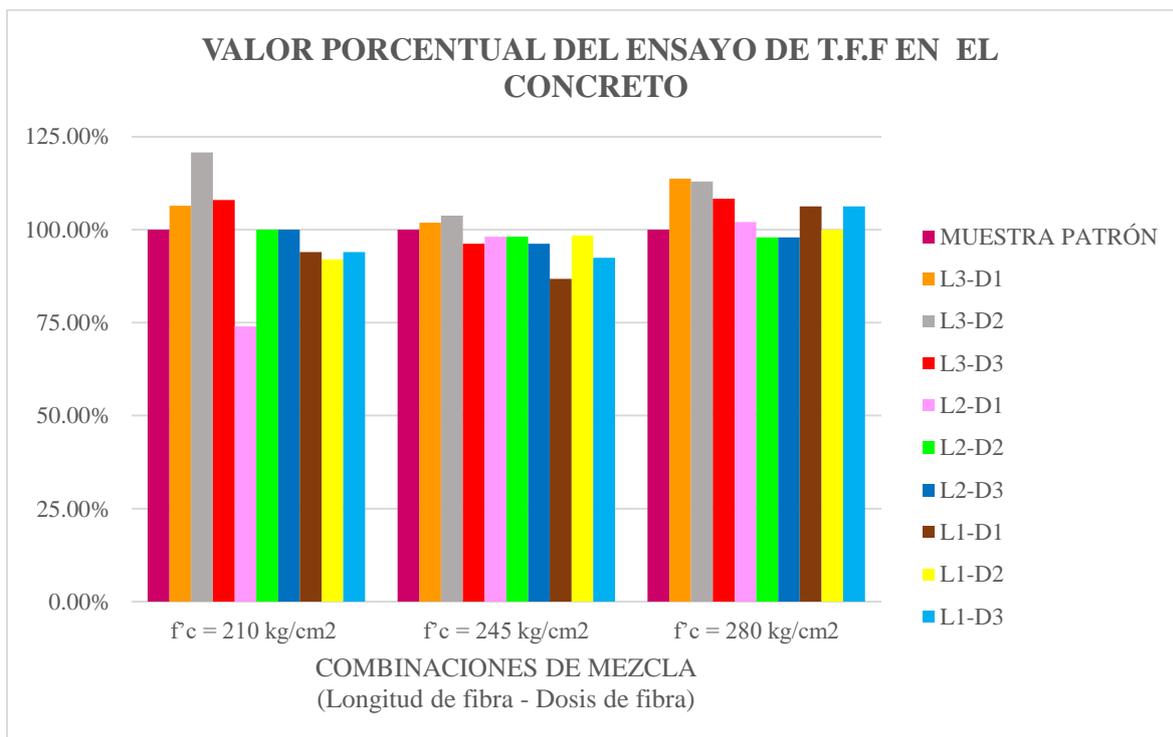
**Gráfica 68.** Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 0.7 kg/m<sup>3</sup>.y variando las longitudes de fibra de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



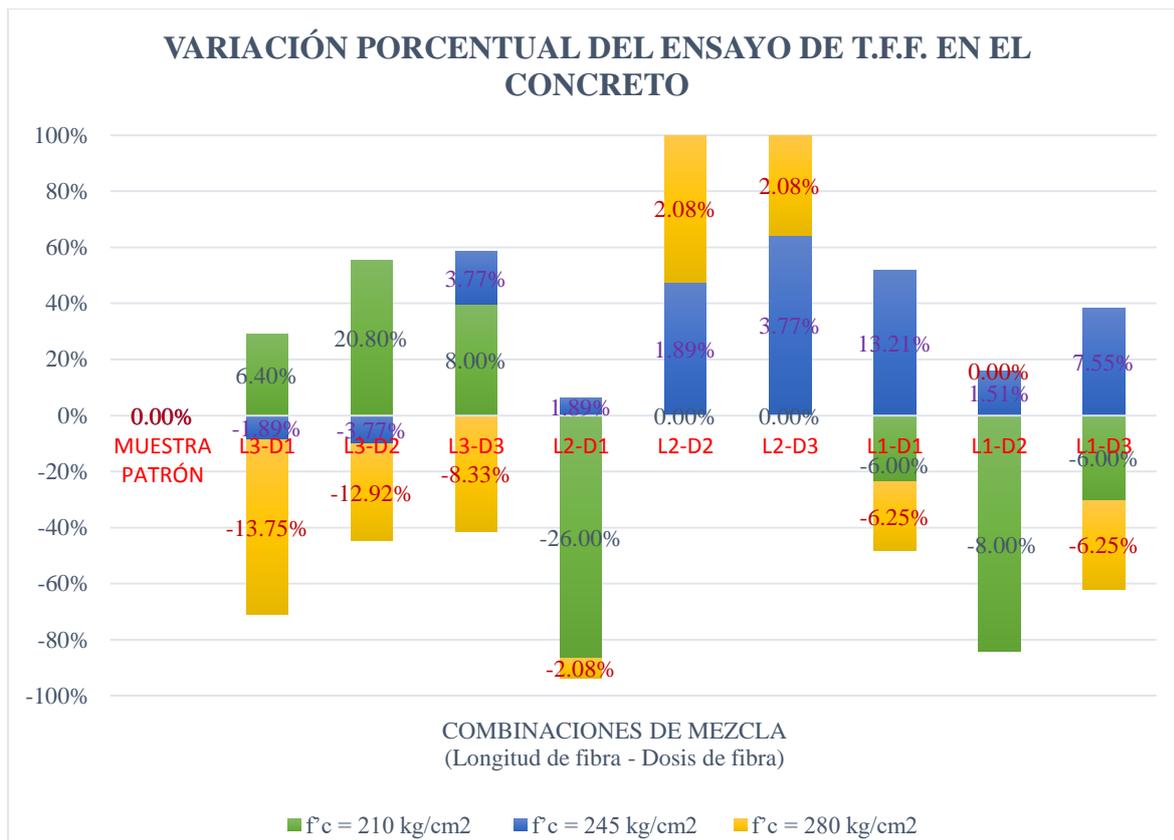
**Gráfica 69.** Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 1.4 kg/m<sup>3</sup>.y variando las longitudes de fibra de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 70.** Tiempo de fragua inicial del Concreto utilizando sólo Dosis de fibra de rafia de 2.0 kg/m<sup>3</sup>.y variando las longitudes de fibra de 1.5, 2.5 y 3.5 cm.  
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 71.** Valor porcentual del Ensayo de Tiempo de Fragua Final en el Concreto en todas las combinaciones de mezcla  
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 72.** Variación porcentual del Ensayo de Tiempo de Fragua Final en el Concreto en todas las combinaciones de mezcla  
Fuente: Elaboración propia (2018).

#### 4.1.1.5. Resultados de Ensayos realizados en estado endurecido del Concreto

##### 4.1.1.5.1. Resistencia a la Compresión del Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 61.**

Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  SIN FIBRA

ITEM	DESCRIPCIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA A OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA A PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	30/06/2017	01/07/2017	1	4"	8"	2	112.14	210.0	53.40%	294.0	38.14%	113.41	38.58%
2	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	30/06/2017	01/07/2017	1	4"	8"	2	112.20	210.0	53.43%	294.0	38.16%		
3	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	30/06/2017	01/07/2017	1	4"	8"	3	115.90	210.0	55.19%	294.0	39.42%		
4	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	30/06/2017	03/07/2017	3	4"	8"	5	257.92	210.0	122.82%	294.0	87.73%	259.18	88.16%
5	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	30/06/2017	03/07/2017	3	4"	8"	5	259.61	210.0	123.62%	294.0	88.30%		
6	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	30/06/2017	03/07/2017	3	4"	8"	5	260.02	210.0	123.82%	294.0	88.44%		
7	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	30/06/2017	07/07/2017	7	4"	8"	4	345.96	210.0	164.74%	294.0	117.67%	349.74	118.96%
8	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	30/06/2017	07/07/2017	7	4"	8"	4	349.12	210.0	166.25%	294.0	118.75%		
9	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	30/06/2017	07/07/2017	7	4"	8"	2	354.13	210.0	168.63%	294.0	120.45%		
10	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	30/06/2017	14/07/2017	14	4"	8"	2	384.98	210.0	183.32%	294.0	130.95%	394.32	134.12%
11	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	30/06/2017	14/07/2017	14	4"	8"	2	398.29	210.0	189.66%	294.0	135.47%		
12	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	30/06/2017	14/07/2017	14	4"	8"	2	399.70	210.0	190.33%	294.0	135.95%		
13	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	30/06/2017	28/07/2017	28	4"	8"	2	436.22	210.0	207.72%	294.0	148.37%	437.16	148.69%
14	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	30/06/2017	28/07/2017	28	4"	8"	3	440.08	210.0	209.56%	294.0	149.69%		
15	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	30/06/2017	28/07/2017	28	4"	8"	3	435.17	210.0	207.22%	294.0	148.02%		

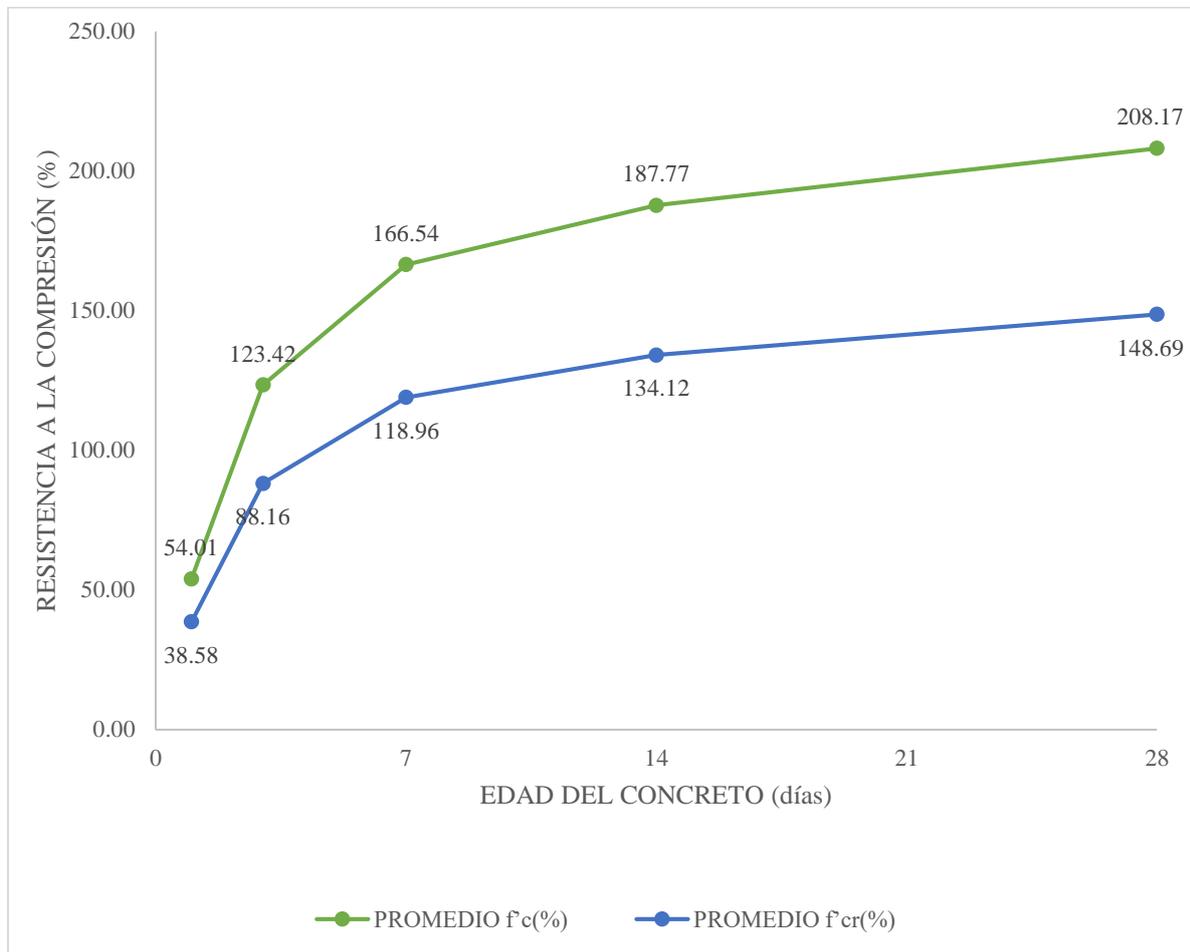
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 62.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$  SIN FIBRA.

$f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA		
EDAD	PROMEDIO $f^c(\%)$	PROMEDIO $f^{cr}(\%)$
1	54.01	38.58
3	123.42	88.16
7	166.54	118.96
14	187.77	134.12
28	208.17	148.69

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 24.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$  SIN FIBRA.

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 63.**

Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L1-D1

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	30/06/2017	01/07/2017	1	4"	8"	3	82.14	210.0	39.11%	294.0	27.94%	85.29	29.01%
2	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	30/06/2017	01/07/2017	1	4"	8"	3	86.44	210.0	41.16%	294.0	29.40%		
3	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	30/06/2017	01/07/2017	1	4"	8"	3	87.30	210.0	41.57%	294.0	29.69%		
4	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	30/06/2017	03/07/2017	3	4"	8"	5	218.99	210.0	104.28%	294.0	74.49%	222.14	75.56%
5	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	30/06/2017	03/07/2017	3	4"	8"	5	222.73	210.0	106.06%	294.0	75.76%		
6	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	30/06/2017	03/07/2017	3	4"	8"	4	224.69	210.0	107.00%	294.0	76.43%		
7	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	30/06/2017	07/07/2017	7	4"	8"	2	319.34	210.0	152.07%	294.0	108.62%	318.32	108.27%
8	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	30/06/2017	07/07/2017	7	4"	8"	5	319.69	210.0	152.23%	294.0	108.74%		
9	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	30/06/2017	07/07/2017	7	4"	8"	2	315.92	210.0	150.44%	294.0	107.46%		
10	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	30/06/2017	14/07/2017	14	4"	8"	5	372.98	210.0	177.61%	294.0	126.86%	373.10	126.91%
11	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	30/06/2017	14/07/2017	14	4"	8"	2	373.10	210.0	177.67%	294.0	126.90%		
12	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	30/06/2017	14/07/2017	14	4"	8"	2	373.23	210.0	177.73%	294.0	126.95%		
13	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	30/06/2017	28/07/2017	28	4"	8"	5	401.60	210.0	191.24%	294.0	136.60%	402.82	137.01%
14	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	30/06/2017	28/07/2017	28	4"	8"	2	403.16	210.0	191.98%	294.0	137.13%		
15	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	30/06/2017	28/07/2017	28	4"	8"	3	403.71	210.0	192.24%	294.0	137.32%		

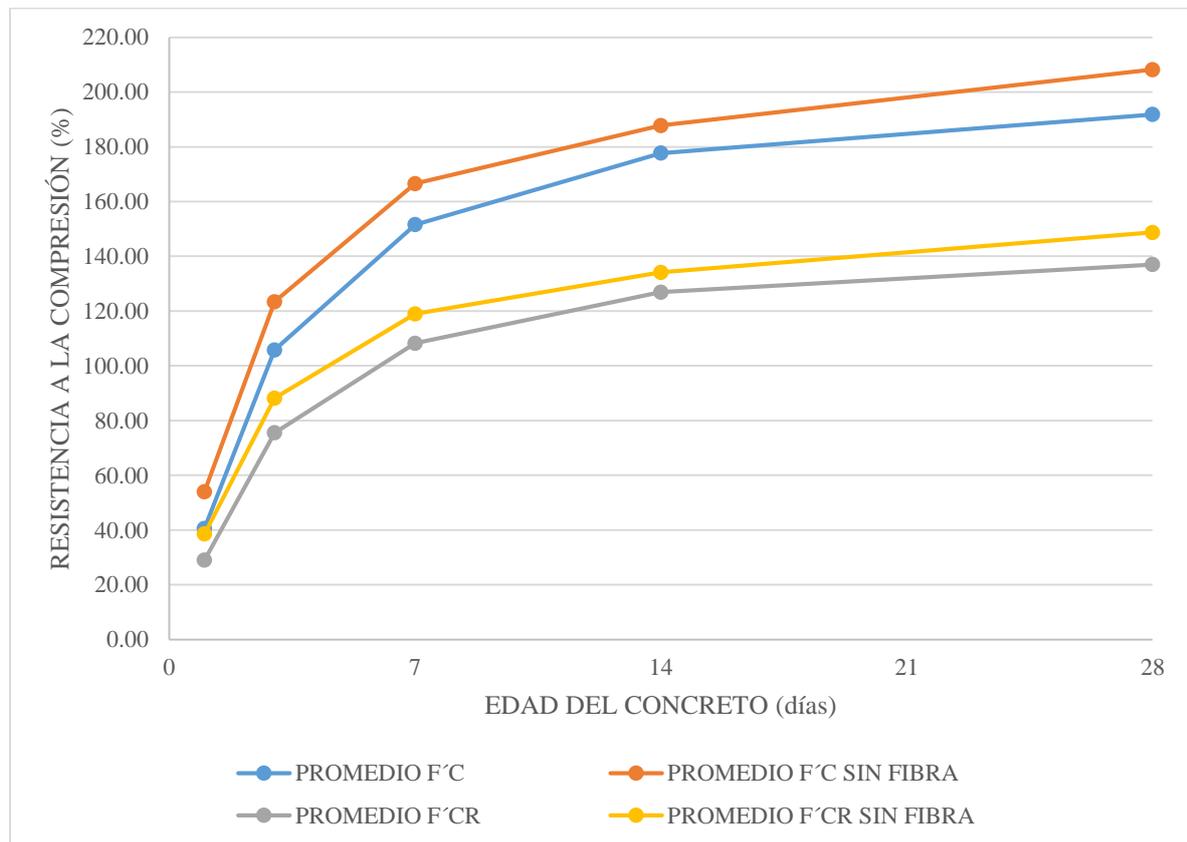
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 64.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L1-D1.

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1-D1					
EDAD	PROMEDIO $f'c(\%)$	PROMEDIO SIN FIBRA $f'c(\%)$	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f'cr(\%)$	PROMEDIO $f'cr$ SIN FIBRA (%)
1	40.62	54.01	75.21	29.01	38.58
3	105.78	123.42	85.71	75.56	88.16
7	151.58	166.54	91.02	108.27	118.96
14	177.67	187.77	94.62	126.91	134.12
28	191.82	208.17	92.15	137.01	148.69

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 25.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L1-D1  
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 65.**

Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L1-D2

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	30/06/2017	01/07/2017	1	4"	8"	2	70.89	210.0	33.76%	294.0	24.11%	71.99	24.49%
2	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	30/06/2017	01/07/2017	1	4"	8"	3	71.67	210.0	34.13%	294.0	24.38%		
3	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	30/06/2017	01/07/2017	1	4"	8"	3	73.40	210.0	34.95%	294.0	24.97%		
4	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	30/06/2017	03/07/2017	3	4"	8"	2	210.21	210.0	100.10%	294.0	71.50%	210.90	71.73%
5	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	30/06/2017	03/07/2017	3	4"	8"	2	209.77	210.0	99.89%	294.0	71.35%		
6	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	30/06/2017	03/07/2017	3	4"	8"	6	212.71	210.0	101.29%	294.0	72.35%		
7	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	30/06/2017	07/07/2017	7	4"	8"	5	303.67	210.0	144.60%	294.0	103.29%	306.62	104.29%
8	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	30/06/2017	07/07/2017	7	4"	8"	5	307.41	210.0	146.39%	294.0	104.56%		
9	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	30/06/2017	07/07/2017	7	4"	8"	5	308.79	210.0	147.04%	294.0	105.03%		
10	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	30/06/2017	14/07/2017	14	4"	8"	2	358.65	210.0	170.79%	294.0	121.99%	362.02	123.14%
11	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	30/06/2017	14/07/2017	14	4"	8"	2	363.06	210.0	172.89%	294.0	123.49%		
12	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	30/06/2017	14/07/2017	14	4"	8"	2	364.35	210.0	173.50%	294.0	123.93%		
13	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	30/06/2017	28/07/2017	28	4"	8"	2	389.98	210.0	185.70%	294.0	132.65%	390.23	132.73%
14	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	30/06/2017	28/07/2017	28	4"	8"	2	389.07	210.0	185.27%	294.0	132.34%		
15	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	30/06/2017	28/07/2017	28	4"	8"	2	391.63	210.0	186.49%	294.0	133.21%		

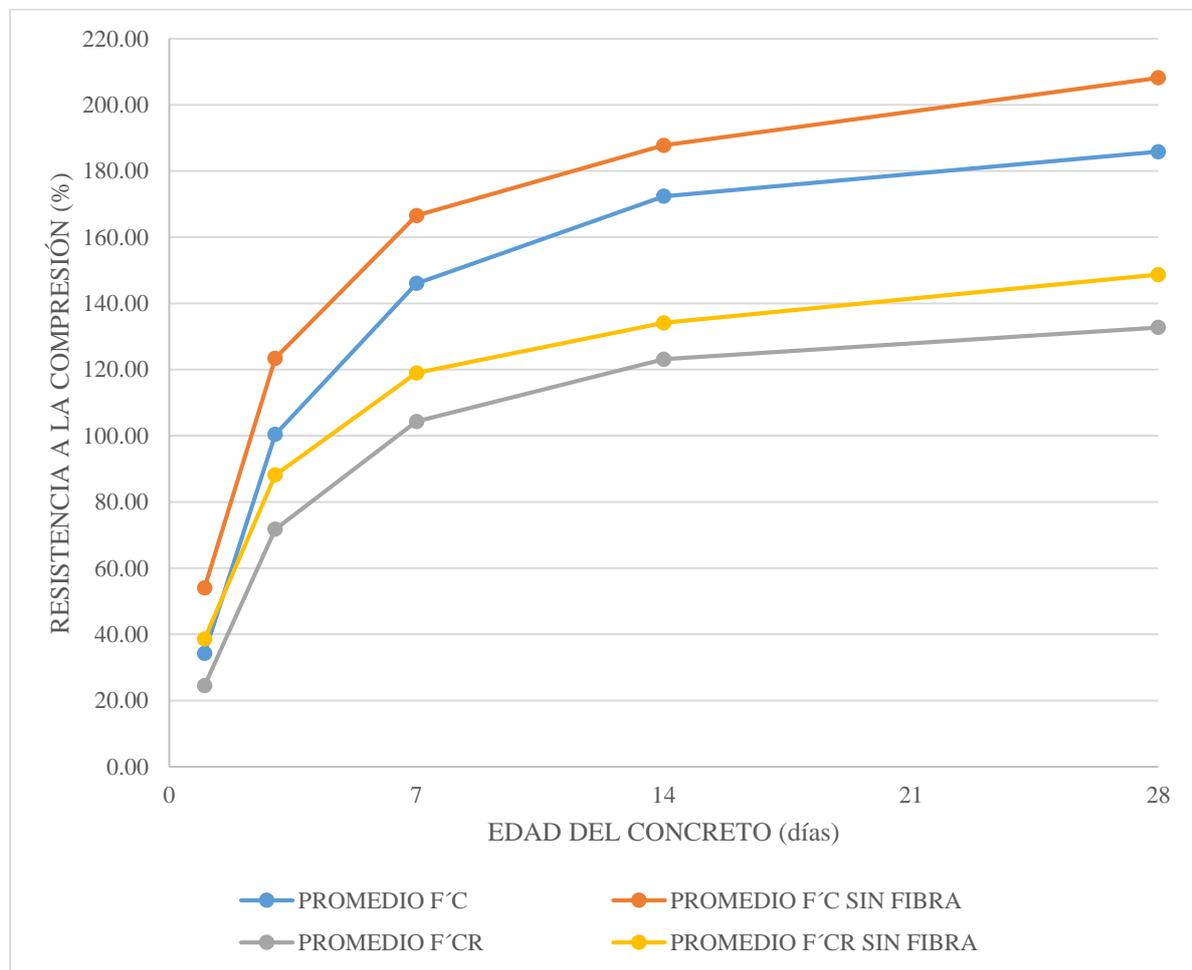
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 66.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L1-D2.

$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1-D2					
EDAD	PROMEDIO $f'_c$ (%)	PROMEDIO SIN FIBRA $f'_c$ (%)	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f'_{cr}$ (%)	PROMEDIO $f'_{cr}$ SIN FIBRA (%)
1	34.28	54.01	63.47	24.49	38.58
3	100.43	123.42	81.37	71.73	88.16
7	146.01	166.54	87.67	104.29	118.96
14	172.39	187.77	91.81	123.14	134.12
28	185.82	208.17	89.26	132.73	148.69

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 26.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L1-D2  
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 67.**Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L1-D3

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA A PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	30/06/2017	01/07/2017	1	4"	8"	3	86.54	210.0	41.21%	294.0	29.44%	88.76	30.19%
2	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	30/06/2017	01/07/2017	1	4"	8"	3	88.84	210.0	42.30%	294.0	30.22%		
3	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	30/06/2017	01/07/2017	1	4"	8"	3	90.89	210.0	43.28%	294.0	30.91%		
4	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	30/06/2017	03/07/2017	3	4"	8"	2	216.82	210.0	103.25%	294.0	73.75%	220.00	74.83%
5	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	30/06/2017	03/07/2017	3	4"	8"	2	218.35	210.0	103.98%	294.0	74.27%		
6	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	30/06/2017	03/07/2017	3	4"	8"	2	224.84	210.0	107.07%	294.0	76.48%		
7	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	30/06/2017	07/07/2017	7	4"	8"	2	297.15	210.0	141.50%	294.0	101.07%	303.93	103.38%
8	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	30/06/2017	07/07/2017	7	4"	8"	2	307.21	210.0	146.29%	294.0	104.49%		
9	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	30/06/2017	07/07/2017	7	4"	8"	2	307.44	210.0	146.40%	294.0	104.57%		
10	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	30/06/2017	14/07/2017	14	4"	8"	2	334.97	210.0	159.51%	294.0	113.94%	336.54	114.47%
11	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	30/06/2017	14/07/2017	14	4"	8"	2	336.64	210.0	160.30%	294.0	114.50%		
12	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	30/06/2017	14/07/2017	14	4"	8"	2	338.01	210.0	160.96%	294.0	114.97%		
13	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	30/06/2017	28/07/2017	28	4"	8"	5	369.67	210.0	176.03%	294.0	125.74%	376.56	128.08%
14	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	30/06/2017	28/07/2017	28	4"	8"	5	375.53	210.0	178.82%	294.0	127.73%		
15	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	30/06/2017	28/07/2017	28	4"	8"	5	384.49	210.0	183.09%	294.0	130.78%		

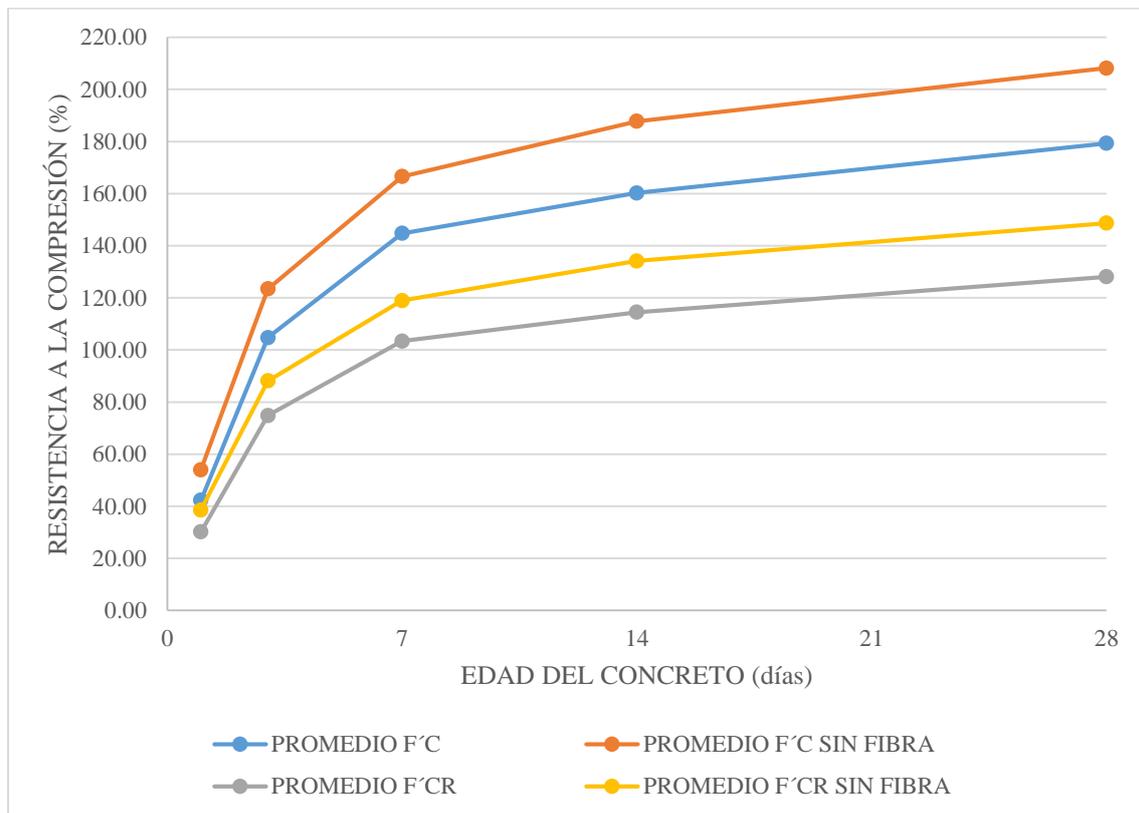
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 68.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L1-D3.

$f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1-D3					
EDAD	PROMEDIO $f^c$ (%)	PROMEDIO SIN FIBRA $f^c$ (%)	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f^{cr}$ (%)	PROMEDIO $f^{cr}$ SIN FIBRA (%)
1	42.27	54.01	78.26	30.19	38.58
3	104.76	123.42	84.88	74.83	88.16
7	144.73	166.54	86.90	103.38	118.96
14	160.26	187.77	85.35	114.47	134.12
28	179.32	208.17	86.14	128.08	148.69

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 27.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L1-D3

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 69.**

Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L2-D1

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA A PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	30/06/2017	01/07/2017	1	4"	8"	3	74.38	210.0	35.42%	294.0	25.30%	77.26	26.28%
2	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	30/06/2017	01/07/2017	1	4"	8"	3	77.67	210.0	36.99%	294.0	26.42%		
3	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	30/06/2017	01/07/2017	1	4"	8"	3	79.74	210.0	37.97%	294.0	27.12%		
4	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	30/06/2017	03/07/2017	3	4"	8"	6	220.33	210.0	104.92%	294.0	74.94%	222.92	75.82%
5	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	30/06/2017	03/07/2017	3	4"	8"	6	223.92	210.0	106.63%	294.0	76.16%		
6	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	30/06/2017	03/07/2017	3	4"	8"	6	224.51	210.0	106.91%	294.0	76.36%		
7	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	30/06/2017	07/07/2017	7	4"	8"	5	323.83	210.0	154.20%	294.0	110.15%	325.51	110.72%
8	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	30/06/2017	07/07/2017	7	4"	8"	4	324.56	210.0	154.55%	294.0	110.39%		
9	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	30/06/2017	07/07/2017	7	4"	8"	4	328.15	210.0	156.26%	294.0	111.62%		
10	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	30/06/2017	14/07/2017	14	4"	8"	5	385.08	210.0	183.37%	294.0	130.98%	386.30	131.39%
11	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	30/06/2017	14/07/2017	14	4"	8"	5	386.16	210.0	183.89%	294.0	131.35%		
12	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	30/06/2017	14/07/2017	14	4"	8"	3	387.66	210.0	184.60%	294.0	131.86%		
13	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	30/06/2017	28/07/2017	28	4"	8"	2	421.94	210.0	200.92%	294.0	143.52%	424.56	144.41%
14	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	30/06/2017	28/07/2017	28	4"	8"	2	422.31	210.0	201.10%	294.0	143.64%		
15	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	30/06/2017	28/07/2017	28	4"	8"	2	429.43	210.0	204.49%	294.0	146.06%		

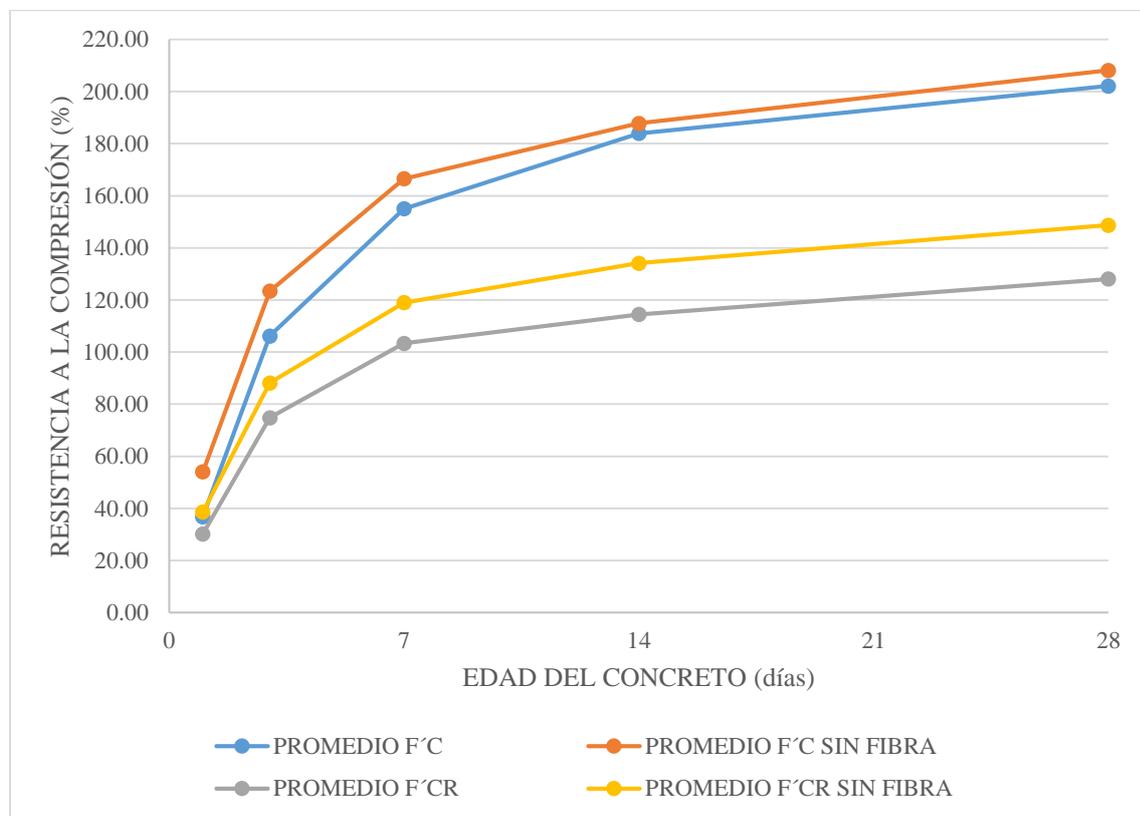
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 70.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \text{ L2-D1}$ .

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \text{ L2-D1}$					
EDAD	PROMEDIO $f'c(\%)$	PROMEDIO SIN FIBRA $f'c(\%)$	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f'cr(\%)$	PROMEDIO $f'cr \text{ SIN FIBRA } (\%)$
1	36.79	54.01	68.13	26.28	38.58
3	106.15	123.42	86.01	75.82	88.16
7	155.01	166.54	93.07	110.72	118.96
14	183.95	187.77	97.97	131.39	134.12
28	202.17	208.17	97.12	144.41	148.69

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 28.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \text{ L2-D1}$

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 71.**Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L2-D2

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	01/07/2017	02/07/2017	1	4"	8"	2	82.13	210.0	39.11%	294.0	27.94%	82.60	28.09%
2	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	01/07/2017	02/07/2017	1	4"	8"	2	82.65	210.0	39.36%	294.0	28.11%		
3	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	01/07/2017	02/07/2017	1	4"	8"	2	83.01	210.0	39.53%	294.0	28.23%		
4	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	01/07/2017	04/07/2017	3	4"	8"	4	219.33	210.0	104.44%	294.0	74.60%	221.13	75.21%
5	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	01/07/2017	04/07/2017	3	4"	8"	6	220.52	210.0	105.01%	294.0	75.01%		
6	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	01/07/2017	04/07/2017	3	4"	8"	3	223.53	210.0	106.44%	294.0	76.03%		
7	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	01/07/2017	08/07/2017	7	4"	8"	2	300.41	210.0	143.05%	294.0	102.18%	307.11	104.46%
8	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	01/07/2017	08/07/2017	7	4"	8"	2	309.61	210.0	147.43%	294.0	105.31%		
9	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	01/07/2017	08/07/2017	7	4"	8"	2	311.30	210.0	148.24%	294.0	105.88%		
10	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	01/07/2017	15/07/2017	14	4"	8"	2	333.80	210.0	158.95%	294.0	113.54%	335.33	114.06%
11	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	01/07/2017	15/07/2017	14	4"	8"	2	334.42	210.0	159.25%	294.0	113.75%		
12	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	01/07/2017	15/07/2017	14	4"	8"	2	337.78	210.0	160.85%	294.0	114.89%		
13	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	01/07/2017	29/07/2017	28	4"	8"	2	363.37	210.0	173.03%	294.0	123.60%	364.82	124.09%
14	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	01/07/2017	29/07/2017	28	4"	8"	2	364.92	210.0	173.77%	294.0	124.12%		
15	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	01/07/2017	29/07/2017	28	4"	8"	2	366.16	210.0	174.36%	294.0	124.54%		

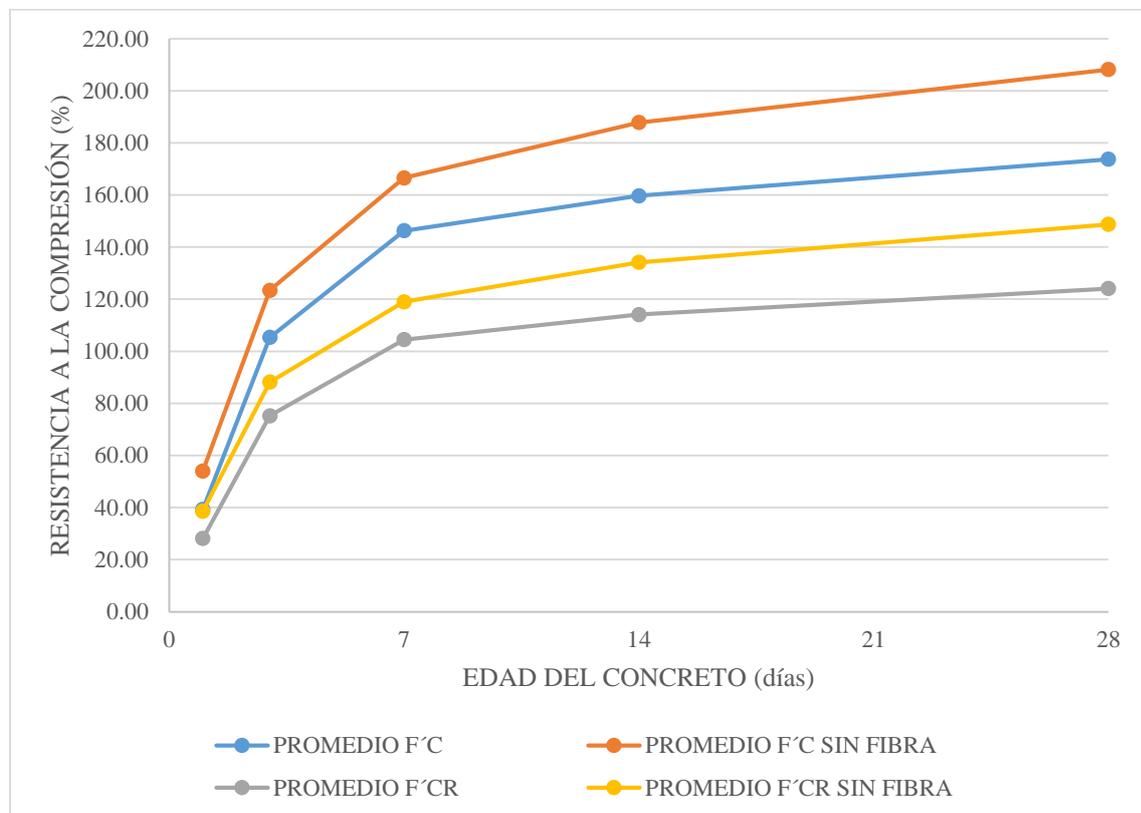
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 72.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L2-D2.

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2-D2					
EDAD	PROMEDIO $f'c$ (%)	PROMEDIO SIN FIBRA $f'c$ (%)	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f'cr$ (%)	PROMEDIO $f'cr$ SIN FIBRA (%)
1	39.33	54.01	72.83	28.09	38.58
3	105.30	123.42	85.32	75.21	88.16
7	146.24	166.54	87.81	104.46	118.96
14	159.68	187.77	85.04	114.06	134.12
28	173.72	208.17	83.45	124.09	148.69

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 29.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  L2-D2.

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 73.**

Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L2-D3

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA A PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTA								
1	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	01/07/2017	26/06/2017	1	4"	8"	2	65.45	210.0	31.17%	294.0	22.26%	66.22	22.52%
2	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	01/07/2017	26/06/2017	1	4"	8"	2	65.18	210.0	31.04%	294.0	22.17%		
3	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	01/07/2017	26/06/2017	1	4"	8"	2	68.04	210.0	32.40%	294.0	23.14%		
4	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	01/07/2017	28/06/2017	3	4"	8"	2	179.95	210.0	85.69%	294.0	61.21%	182.51	62.08%
5	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	01/07/2017	28/06/2017	3	4"	8"	2	182.96	210.0	87.12%	294.0	62.23%		
6	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	01/07/2017	28/06/2017	3	4"	8"	2	184.63	210.0	87.92%	294.0	62.80%		
7	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	01/07/2017	02/07/2017	7	4"	8"	2	244.69	210.0	116.52%	294.0	83.23%	243.23	82.73%
8	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	01/07/2017	02/07/2017	7	4"	8"	2	244.44	210.0	116.40%	294.0	83.14%		
9	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	01/07/2017	02/07/2017	7	4"	8"	2	240.55	210.0	114.55%	294.0	81.82%		
10	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	01/07/2017	09/07/2017	14	4"	8"	2	291.15	210.0	138.64%	294.0	99.03%	293.56	99.85%
11	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	01/07/2017	09/07/2017	14	4"	8"	5	296.06	210.0	140.98%	294.0	100.70%		
12	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	01/07/2017	09/07/2017	14	4"	8"	2	293.46	210.0	139.74%	294.0	99.82%		
13	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	01/07/2017	23/07/2017	28	4"	8"	2	325.27	210.0	154.89%	294.0	110.64%	327.37	111.35%
14	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	01/07/2017	23/07/2017	28	4"	8"	2	331.31	210.0	157.77%	294.0	112.69%		
15	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	01/07/2017	23/07/2017	28	4"	8"	2	325.54	210.0	155.02%	294.0	110.73%		

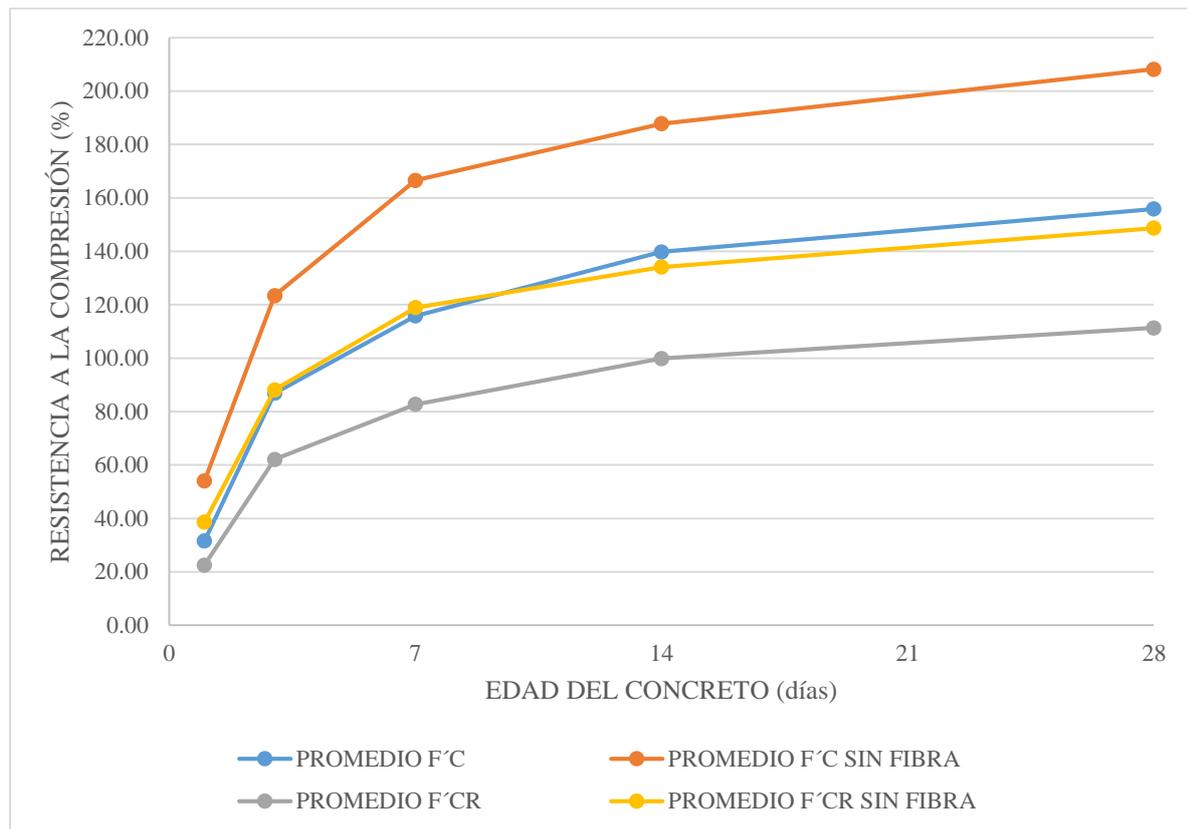
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 74.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \text{ L2-D3}$ .

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \text{ L2-D3}$					
EDAD	PROMEDIO $f'c(\%)$	PROMEDIO SIN FIBRA $f'c(\%)$	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f'cr(\%)$	PROMEDIO $f'cr \text{ SIN FIBRA } (\%)$
1	31.53	54.01	58.39	22.52	38.58
3	86.91	123.42	70.42	62.08	88.16
7	115.82	166.54	69.55	82.73	118.96
14	139.79	187.77	74.45	99.85	134.12
28	155.89	208.17	74.89	111.35	148.69

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 30.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \text{ L2-D3}$

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 75.**

Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L3-D1

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	01/07/2017	02/07/2017	1	4"	8"	2	68.19	210.0	32.47%	294.0	23.19%	70.43	23.96%
2	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	01/07/2017	02/07/2017	1	4"	8"	3	68.71	210.0	32.72%	294.0	23.37%		
3	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	01/07/2017	02/07/2017	1	4"	8"	3	74.39	210.0	35.42%	294.0	25.30%		
4	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	01/07/2017	04/07/2017	3	4"	8"	5	251.26	210.0	119.65%	294.0	85.46%	254.51	86.57%
5	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	01/07/2017	04/07/2017	3	4"	8"	2	252.74	210.0	120.35%	294.0	85.97%		
6	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	01/07/2017	04/07/2017	3	4"	8"	2	259.52	210.0	123.58%	294.0	88.27%		
7	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	01/07/2017	08/07/2017	7	4"	8"	5	306.53	210.0	145.97%	294.0	104.26%	307.90	104.73%
8	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	01/07/2017	08/07/2017	7	4"	8"	5	307.78	210.0	146.56%	294.0	104.69%		
9	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	01/07/2017	08/07/2017	7	4"	8"	5	309.39	210.0	147.33%	294.0	105.23%		
10	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	01/07/2017	15/07/2017	14	4"	8"	2	348.69	210.0	166.04%	294.0	118.60%	349.86	119.00%
11	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	01/07/2017	15/07/2017	14	4"	8"	2	349.71	210.0	166.53%	294.0	118.95%		
12	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	01/07/2017	15/07/2017	14	4"	8"	2	351.17	210.0	167.22%	294.0	119.45%		
13	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	01/07/2017	29/07/2017	28	4"	8"	2	357.69	210.0	170.33%	294.0	121.66%	357.00	121.43%
14	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	01/07/2017	29/07/2017	28	4"	8"	3	359.65	210.0	171.26%	294.0	122.33%		
15	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	01/07/2017	29/07/2017	28	4"	8"	2	353.67	210.0	168.41%	294.0	120.30%		

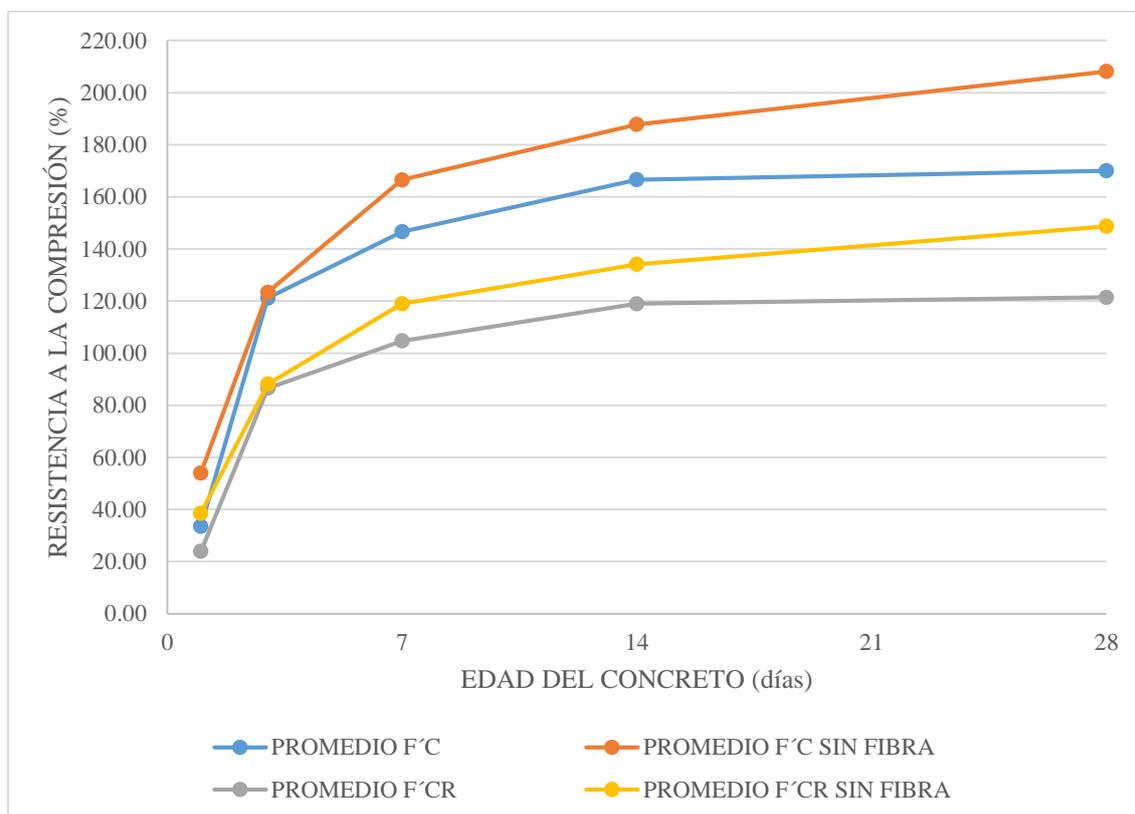
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 76.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L3-D1.

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3-D1					
EDAD	PROMEDIO $f'c$ (%)	PROMEDIO SIN FIBRA $f'c$ (%)	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f'cr$ (%)	PROMEDIO $f'cr$ SIN FIBRA (%)
1	33.54	54.01	62.10	23.96	38.58
3	121.19	123.42	98.20	86.57	88.16
7	146.62	166.54	88.04	104.73	118.96
14	166.60	187.77	88.72	119.00	134.12
28	170.00	208.17	81.66	121.43	148.69

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 31.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L3-D1.

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 77.**Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L3-D2

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	01/07/2017	02/07/2017	1	4"	8"	2	74.21	210.0	35.34%	294.0	25.24%	76.23	25.93%
2	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	01/07/2017	02/07/2017	1	4"	8"	3	75.55	210.0	35.98%	294.0	25.70%		
3	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	01/07/2017	02/07/2017	1	4"	8"	2	78.93	210.0	37.59%	294.0	26.85%		
4	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	01/07/2017	04/07/2017	3	4"	8"	5	263.63	210.0	125.54%	294.0	89.67%	267.74	91.07%
5	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	01/07/2017	04/07/2017	3	4"	8"	5	267.84	210.0	127.54%	294.0	91.10%		
6	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	01/07/2017	04/07/2017	3	4"	8"	3	271.76	210.0	129.41%	294.0	92.44%		
7	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	01/07/2017	08/07/2017	7	4"	8"	2	316.29	210.0	150.61%	294.0	107.58%	320.30	108.95%
8	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	01/07/2017	08/07/2017	7	4"	8"	2	319.98	210.0	152.37%	294.0	108.84%		
9	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	01/07/2017	08/07/2017	7	4"	8"	3	324.63	210.0	154.59%	294.0	110.42%		
10	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	01/07/2017	15/07/2017	14	4"	8"	2	358.55	210.0	170.74%	294.0	121.96%	361.86	123.08%
11	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	01/07/2017	15/07/2017	14	4"	8"	5	362.36	210.0	172.55%	294.0	123.25%		
12	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	01/07/2017	15/07/2017	14	4"	8"	5	364.66	210.0	173.65%	294.0	124.03%		
13	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	01/07/2017	29/07/2017	28	4"	8"	2	372.57	210.0	177.41%	294.0	126.72%	376.36	128.01%
14	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	01/07/2017	29/07/2017	28	4"	8"	2	377.00	210.0	179.52%	294.0	128.23%		
15	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	01/07/2017	29/07/2017	28	4"	8"	5	379.50	210.0	180.71%	294.0	129.08%		

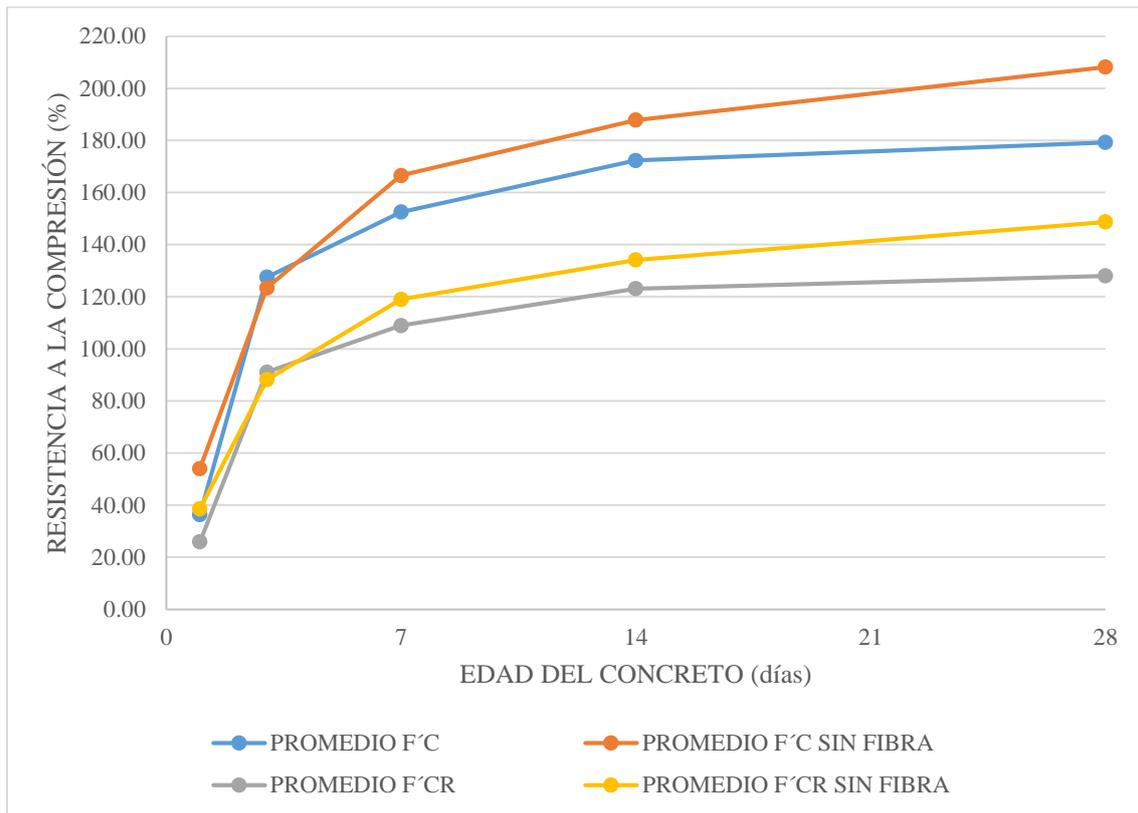
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 78.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L3-D2.

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3-D2					
EDAD	PROMEDIO $f'c$ (%)	PROMEDIO SIN FIBRA $f'c$ (%)	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f'cr$ (%)	PROMEDIO $f'cr$ SIN FIBRA (%)
1	36.30	54.01	67.21	25.93	38.58
3	127.50	123.42	103.30	91.07	88.16
7	152.52	166.54	91.58	108.95	118.96
14	172.31	187.77	91.77	123.08	134.12
28	179.22	208.17	86.09	128.01	148.69

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 32.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L3-D2.

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 79.**

Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2 \text{ L3-D3}$

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA A PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	01/07/2017	02/07/2017	1	4"	8"	3	57.14	210.0	27.21%	294.0	19.44%	59.45	20.22%
2	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	01/07/2017	02/07/2017	1	4"	8"	2	59.48	210.0	28.32%	294.0	20.23%		
3	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	01/07/2017	02/07/2017	1	4"	8"	3	61.73	210.0	29.40%	294.0	21.00%		
4	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	01/07/2017	04/07/2017	3	4"	8"	2	211.53	210.0	100.73%	294.0	71.95%	216.27	73.56%
5	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	01/07/2017	04/07/2017	3	4"	8"	2	218.25	210.0	103.93%	294.0	74.23%		
6	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	01/07/2017	04/07/2017	3	4"	8"	4	219.03	210.0	104.30%	294.0	74.50%		
7	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	01/07/2017	08/07/2017	7	4"	8"	2	288.54	210.0	137.40%	294.0	98.14%	289.60	98.50%
8	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	01/07/2017	08/07/2017	7	4"	8"	3	289.24	210.0	137.73%	294.0	98.38%		
9	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	01/07/2017	08/07/2017	7	4"	8"	2	291.01	210.0	138.58%	294.0	98.98%		
10	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	01/07/2017	15/07/2017	14	4"	8"	2	327.29	210.0	155.85%	294.0	111.32%	331.35	112.70%
11	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	01/07/2017	15/07/2017	14	4"	8"	5	332.74	210.0	158.45%	294.0	113.18%		
12	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	01/07/2017	15/07/2017	14	4"	8"	3	334.02	210.0	159.06%	294.0	113.61%		
13	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	01/07/2017	29/07/2017	28	4"	8"	2	375.29	210.0	178.71%	294.0	127.65%	376.14	127.94%
14	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	01/07/2017	29/07/2017	28	4"	8"	3	375.99	210.0	179.04%	294.0	127.89%		
15	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	01/07/2017	29/07/2017	28	4"	8"	2	377.14	210.0	179.59%	294.0	128.28%		

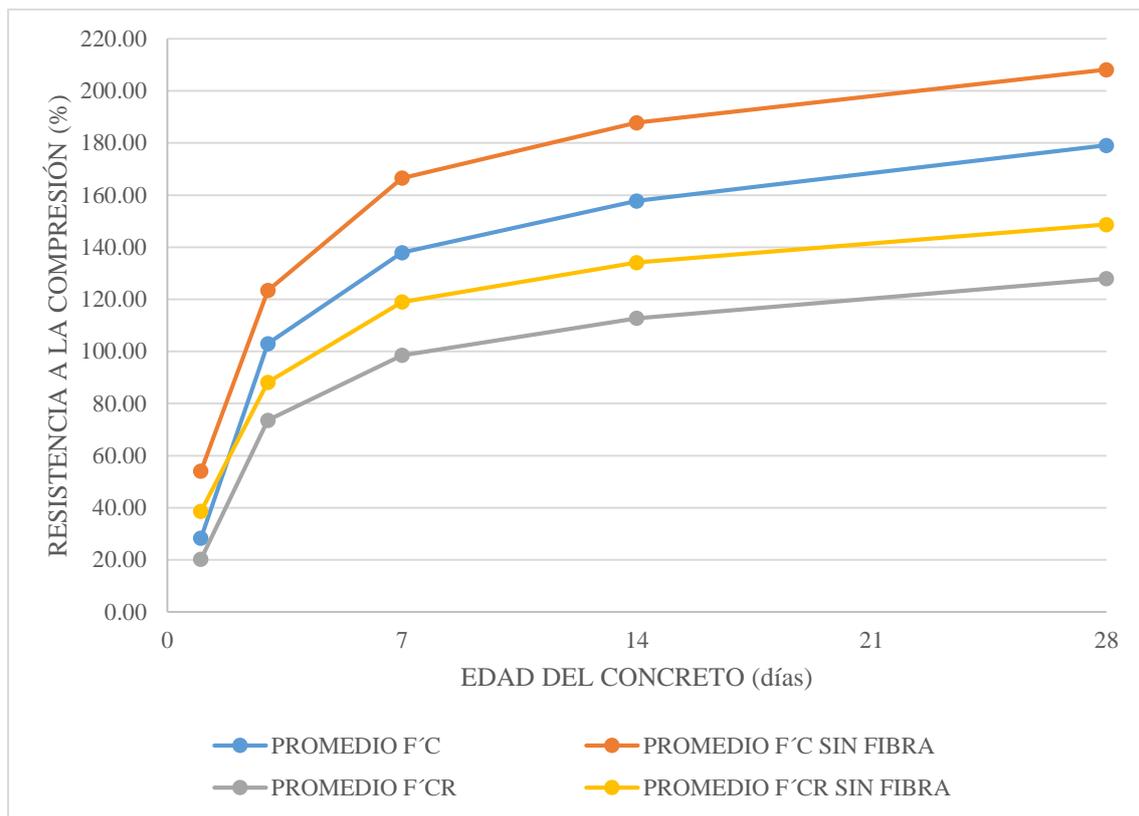
Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 80.

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L3-D3.

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3-D3					
EDA D	PROMEDI O $f'c$ (%)	PROMEDIO SIN FIBRA $f'c$ (%)	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDI O $f'cr$ (%)	PROMEDIO $f'cr$ SIN FIBRA (%)
1	28.31	54.01	52.42	20.22	38.58
3	102.99	123.42	83.44	73.56	88.16
7	137.90	166.54	82.80	98.50	118.96
14	157.79	187.77	84.03	112.70	134.12
28	179.11	208.17	86.04	127.94	148.69

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 33.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L3-D3.

Fuente: Elaboración propia (2018).

#### 4.1.1.5.2. Resistencia a la Compresión del Concreto $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 81.**

Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  SIN FIBRA

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	02/07/2017	03/07/2017	1	4"	8"	5	118.25	245.0	48.27%	329.00	35.94%	122.65	37.28%
2	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	02/07/2017	03/07/2017	1	4"	8"	2	123.66	245.0	50.47%	329.00	37.59%		
3	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	02/07/2017	03/07/2017	1	4"	8"	3	126.03	245.0	51.44%	329.00	38.31%		
4	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	02/07/2017	05/07/2017	3	4"	8"	2	289.25	245.0	118.06%	329.00	87.92%	292.88	89.02%
5	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	02/07/2017	05/07/2017	3	4"	8"	5	292.24	245.0	119.28%	329.00	88.83%		
6	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	02/07/2017	05/07/2017	3	4"	8"	5	297.14	245.0	121.28%	329.00	90.32%		
7	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	02/07/2017	09/07/2017	7	4"	8"	2	371.64	245.0	151.69%	329.00	112.96%	377.24	114.66%
8	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	02/07/2017	09/07/2017	7	4"	8"	2	375.25	245.0	153.16%	329.00	114.06%		
9	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	02/07/2017	09/07/2017	7	4"	8"	2	384.84	245.0	157.08%	329.00	116.97%		
10	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	02/07/2017	16/07/2017	14	4"	8"	5	450.82	245.0	184.01%	329.00	137.03%	452.20	137.45%
11	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	02/07/2017	16/07/2017	14	4"	8"	4	451.50	245.0	184.29%	329.00	137.23%		
12	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	02/07/2017	16/07/2017	14	4"	8"	4	454.29	245.0	185.42%	329.00	138.08%		
13	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	02/07/2017	30/07/2017	28	4"	8"	2	463.68	245.0	189.26%	329.00	140.94%	466.02	141.65%
14	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	02/07/2017	30/07/2017	28	4"	8"	2	467.01	245.0	190.62%	329.00	141.95%		
15	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	02/07/2017	30/07/2017	28	4"	8"	2	467.38	245.0	190.77%	329.00	142.06%		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 82.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f^c = 245 \text{ kg/cm}^2$  SIN FIBRA.

$f^c = 245 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA		
EDAD	PROMEDIO $f^c(\%)$	PROMEDIO $f^{cr}(\%)$
1	50.06	37.28
3	119.54	89.02
7	153.98	114.66
14	184.57	137.45
28	190.21	141.65

Fuente: Elaboración propia (2018).

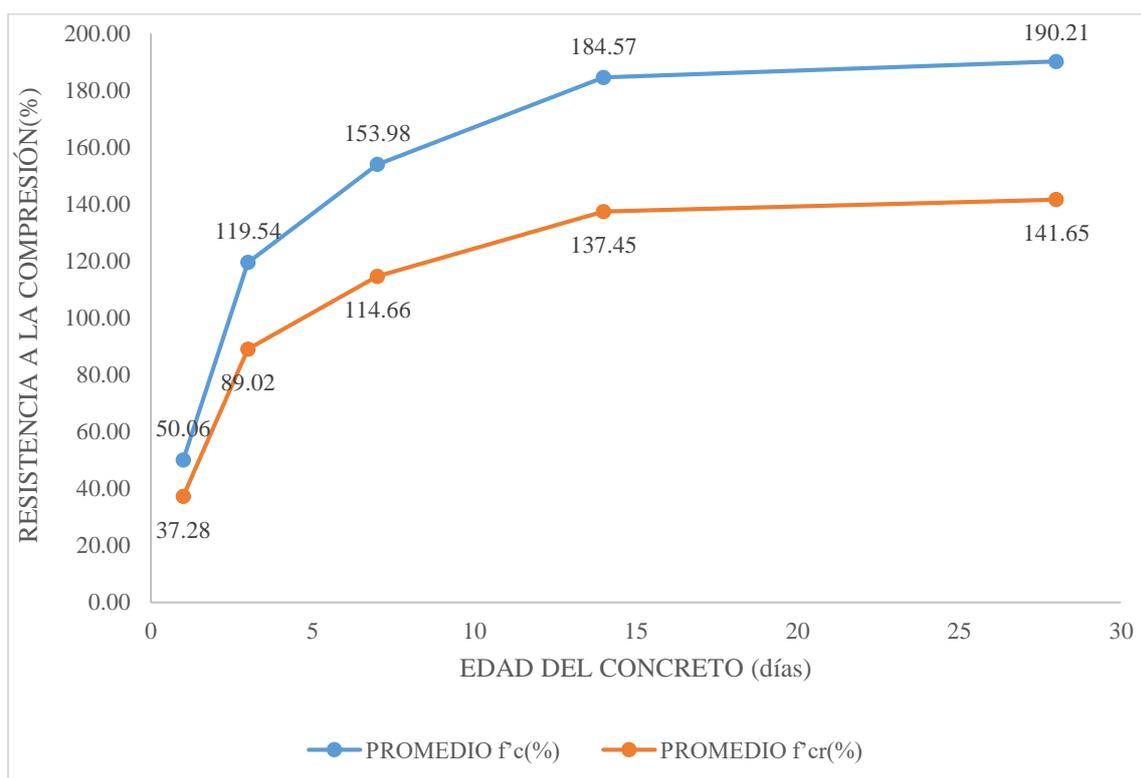


Figura 34. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f^c = 245 \text{ Kg/cm}^2$  SIN FIBRA. Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 83.**

Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1-D1

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA A PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	02/07/2017	03/07/2017	1	4"	8"	6	94.63	245.0	38.62%	329.00	28.76%	98.69	30.00%
2	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	02/07/2017	03/07/2017	1	4"	8"	2	99.79	245.0	40.73%	329.00	30.33%		
3	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	02/07/2017	03/07/2017	1	4"	8"	5	101.65	245.0	41.49%	329.00	30.90%		
4	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	02/07/2017	05/07/2017	3	4"	8"	5	248.02	245.0	101.23%	329.00	75.39%	251.10	76.32%
5	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	02/07/2017	05/07/2017	3	4"	8"	6	251.05	245.0	102.47%	329.00	76.31%		
6	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	02/07/2017	05/07/2017	3	4"	8"	5	254.24	245.0	103.77%	329.00	77.28%		
7	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	02/07/2017	09/07/2017	7	4"	8"	5	367.76	245.0	150.11%	329.00	111.78%	370.14	112.50%
8	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	02/07/2017	09/07/2017	7	4"	8"	2	372.45	245.0	152.02%	329.00	113.21%		
9	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	02/07/2017	09/07/2017	7	4"	8"	2	370.21	245.0	151.11%	329.00	112.53%		
10	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	02/07/2017	16/07/2017	14	4"	8"	2	407.29	245.0	166.24%	329.00	123.80%	408.38	124.13%
11	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	02/07/2017	16/07/2017	14	4"	8"	2	407.29	245.0	166.24%	329.00	123.80%		
12	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	02/07/2017	16/07/2017	14	4"	8"	2	410.56	245.0	167.58%	329.00	124.79%		
13	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	02/07/2017	30/07/2017	28	4"	8"	2	429.66	245.0	175.37%	329.00	130.60%	432.52	131.47%
14	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	02/07/2017	30/07/2017	28	4"	8"	2	430.77	245.0	175.82%	329.00	130.93%		
15	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	02/07/2017	30/07/2017	28	4"	8"	2	437.13	245.0	178.42%	329.00	132.87%		

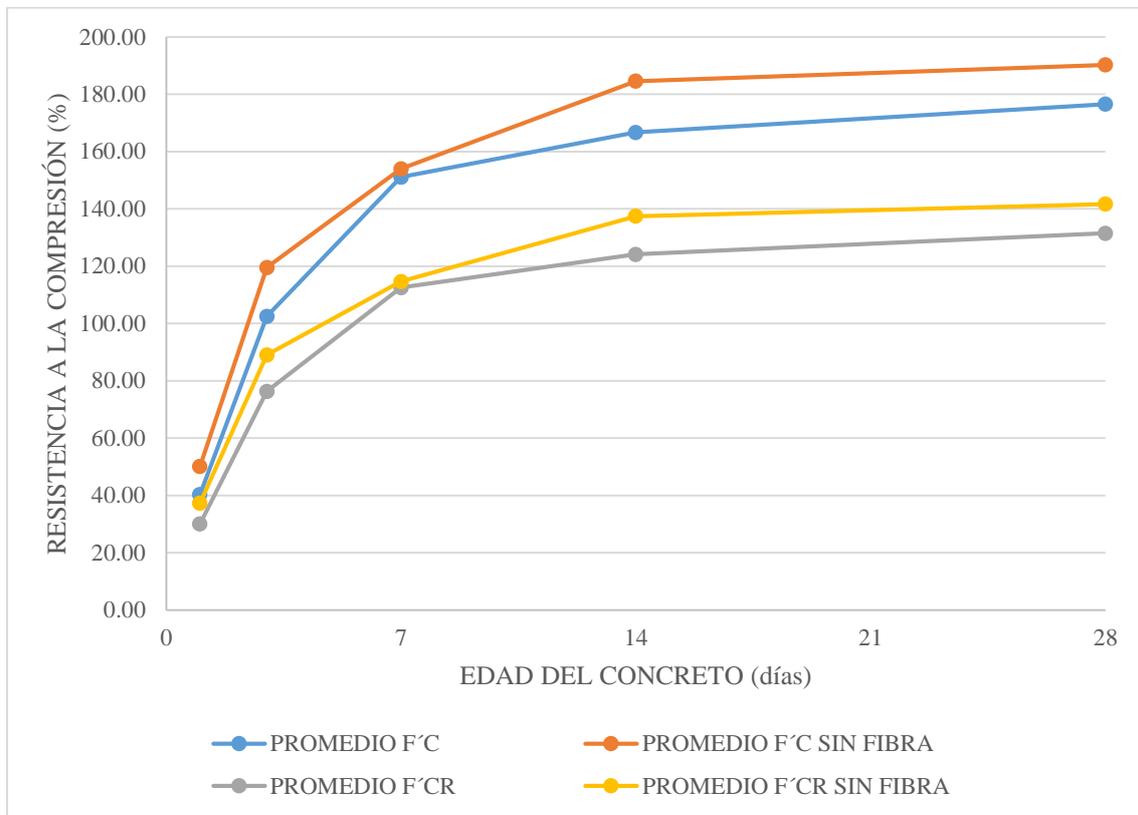
Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 84.

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f^c = 245 \text{ kg/cm}^2 \text{ L1-D1}$ .

$f^c = 245 \text{ kg/cm}^2 \text{ L1-D1}$					
EDAD	PROMEDIO $f^c$ (%)	PROMEDIO SIN FIBRA $f^c$ (%)	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f^{cr}$ (%)	PROMEDIO $f^{cr}$ SIN FIBRA (%)
1	40.28	50.06	80.47	30.00	37.28
3	102.49	119.54	85.74	76.32	89.02
7	151.08	153.98	98.12	112.50	114.66
14	166.69	184.57	90.31	124.13	137.45
28	176.54	190.21	92.81	131.47	141.65

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 35.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f^c = 245 \text{ kg/cm}^2 \text{ L1-D1}$ . Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 85.**

Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1-D2

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	02/07/2017	03/07/2017	1	4"	8"	3	77.97	245.0	31.82%	329.00	23.70%	81.47	24.76%
2	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	02/07/2017	03/07/2017	1	4"	8"	3	79.87	245.0	32.60%	329.00	24.28%		
3	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	02/07/2017	03/07/2017	1	4"	8"	3	86.57	245.0	35.33%	329.00	26.31%		
4	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	02/07/2017	05/07/2017	3	4"	8"	5	255.74	245.0	104.38%	329.00	77.73%	256.29	77.90%
5	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	02/07/2017	05/07/2017	3	4"	8"	2	256.49	245.0	104.69%	329.00	77.96%		
6	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	02/07/2017	05/07/2017	3	4"	8"	5	256.64	245.0	104.75%	329.00	78.01%		
7	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	02/07/2017	09/07/2017	7	4"	8"	5	348.57	245.0	142.27%	329.00	105.95%	348.65	105.97%
8	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	02/07/2017	09/07/2017	7	4"	8"	5	349.79	245.0	142.77%	329.00	106.32%		
9	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	02/07/2017	09/07/2017	7	4"	8"	5	347.60	245.0	141.88%	329.00	105.65%		
10	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	02/07/2017	16/07/2017	14	4"	8"	2	400.15	245.0	163.33%	329.00	121.63%	403.36	122.60%
11	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	02/07/2017	16/07/2017	14	4"	8"	2	408.25	245.0	166.63%	329.00	124.09%		
12	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	02/07/2017	16/07/2017	14	4"	8"	2	401.69	245.0	163.96%	329.00	122.09%		
13	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	02/07/2017	30/07/2017	28	4"	8"	2	442.07	245.0	180.44%	329.00	134.37%	444.52	135.11%
14	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	02/07/2017	30/07/2017	28	4"	8"	2	445.74	245.0	181.93%	329.00	135.48%		
15	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	02/07/2017	30/07/2017	28	4"	8"	2	445.74	245.0	181.93%	329.00	135.48%		

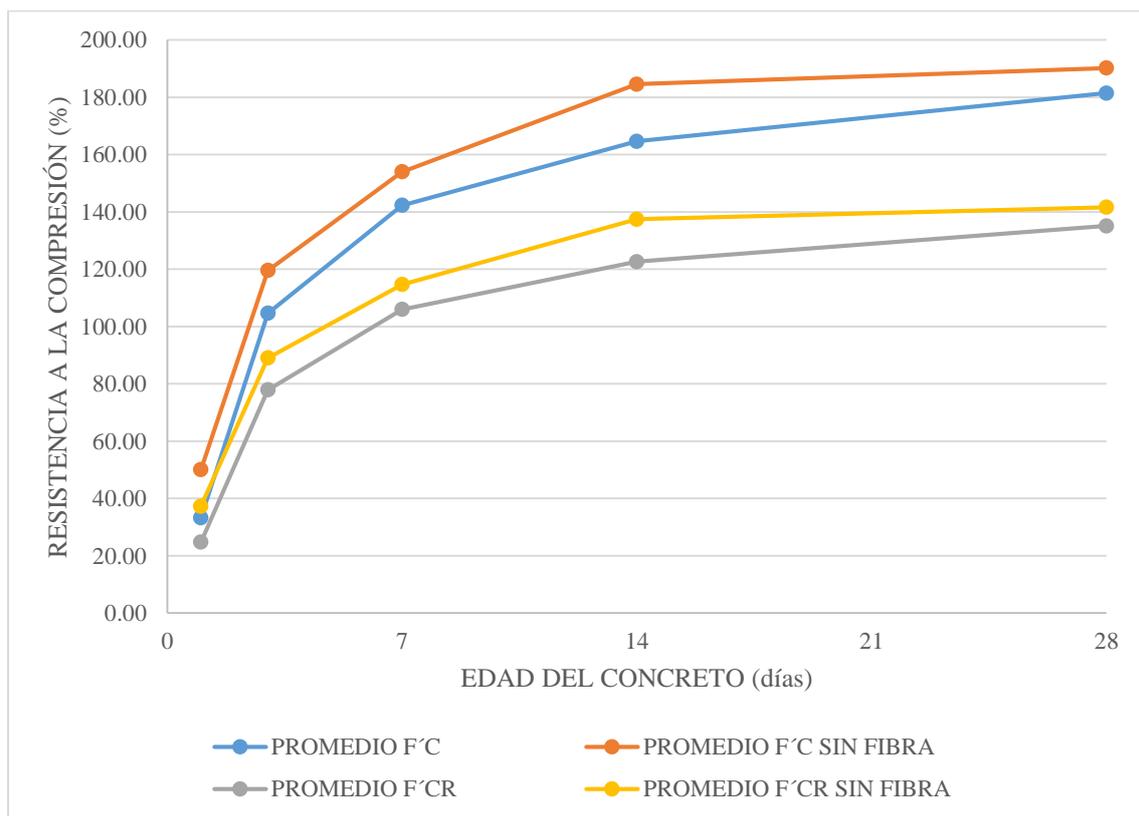
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 86.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1-D2.

$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1-D2					
EDAD	PROMEDIO $f'c$ (%)	PROMEDIO SIN FIBRA $f'c$ (%)	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f'cr$ (%)	PROMEDIO $f'cr$ SIN FIBRA (%)
1	33.25	50.06	66.43	24.76	37.28
3	104.61	119.54	87.51	77.90	89.02
7	142.31	153.98	92.42	105.97	114.66
14	164.64	184.57	89.20	122.60	137.45
28	181.44	190.21	95.39	135.11	141.65

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 36.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1-D2.

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 87.**Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1-D3

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA A PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	02/07/2017	03/07/2017	1	4"	8"	3	84.82	245.0	34.62%	329.00	25.78%	86.79	26.38%
2	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	02/07/2017	03/07/2017	1	4"	8"	3	87.26	245.0	35.62%	329.00	26.52%		
3	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	02/07/2017	03/07/2017	1	4"	8"	3	88.29	245.0	36.04%	329.00	26.84%		
4	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	02/07/2017	05/07/2017	3	4"	8"	5	229.18	245.0	93.54%	329.00	69.66%	231.15	70.26%
5	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	02/07/2017	05/07/2017	3	4"	8"	2	229.48	245.0	93.67%	329.00	69.75%		
6	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	02/07/2017	05/07/2017	3	4"	8"	3	234.78	245.0	95.83%	329.00	71.36%		
7	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	02/07/2017	09/07/2017	7	4"	8"	4	310.67	245.0	126.80%	329.00	94.43%	313.19	95.19%
8	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	02/07/2017	09/07/2017	7	4"	8"	4	312.34	245.0	127.49%	329.00	94.94%		
9	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	02/07/2017	09/07/2017	7	4"	8"	5	316.56	245.0	129.21%	329.00	96.22%		
10	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	02/07/2017	16/07/2017	14	4"	8"	4	351.38	245.0	143.42%	329.00	106.80%	354.88	107.87%
11	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	02/07/2017	16/07/2017	14	4"	8"	4	354.85	245.0	144.84%	329.00	107.86%		
12	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	02/07/2017	16/07/2017	14	4"	8"	4	358.40	245.0	146.29%	329.00	108.94%		
13	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	02/07/2017	30/07/2017	28	4"	8"	5	385.35	245.0	157.29%	329.00	117.13%	386.77	117.56%
14	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	02/07/2017	30/07/2017	28	4"	8"	5	385.92	245.0	157.52%	329.00	117.30%		
15	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	02/07/2017	30/07/2017	28	4"	8"	3	389.04	245.0	158.79%	329.00	118.25%		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 88.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1-D3.

$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1-D3					
EDAD	PROMEDIO $f'c$ (%)	PROMEDIO SIN FIBRA $f'c$ (%)	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f'cr$ (%)	PROMEDIO $f'cr$ SIN FIBRA (%)
1	35.42	50.06	70.76	26.38	37.28
3	94.35	119.54	78.92	70.26	89.02
7	127.83	153.98	83.02	95.19	114.66
14	144.85	184.57	78.48	107.87	137.45
28	157.87	190.21	82.99	117.56	141.65

Fuente: Elaboración propia (2018).

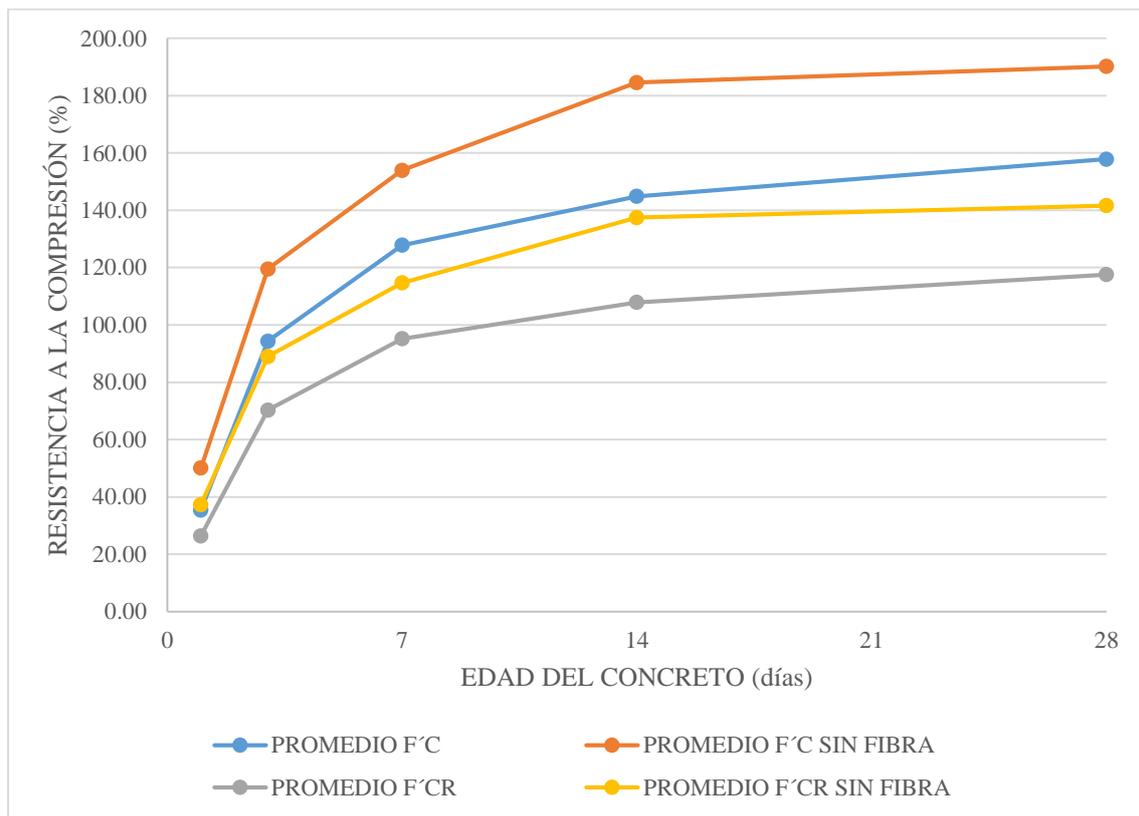


Figura 37. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1-D3.

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 89.**

Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L2-D1

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	02/07/2017	03/07/2017	1	4"	8"	3	94.19	245.0	38.44%	329.00	28.63%	94.94	28.86%
2	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	02/07/2017	03/07/2017	1	4"	8"	3	94.30	245.0	38.49%	329.00	28.66%		
3	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	02/07/2017	03/07/2017	1	4"	8"	3	96.34	245.0	39.32%	329.00	29.28%		
4	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	02/07/2017	05/07/2017	3	4"	8"	3	246.05	245.0	100.43%	329.00	74.79%	248.99	75.68%
5	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	02/07/2017	05/07/2017	3	4"	8"	6	250.18	245.0	102.11%	329.00	76.04%		
6	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	02/07/2017	05/07/2017	3	4"	8"	2	250.75	245.0	102.35%	329.00	76.22%		
7	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	02/07/2017	09/07/2017	7	4"	8"	4	366.84	245.0	149.73%	329.00	111.50%	369.35	112.26%
8	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	02/07/2017	09/07/2017	7	4"	8"	4	369.85	245.0	150.96%	329.00	112.42%		
9	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	02/07/2017	09/07/2017	7	4"	8"	4	371.36	245.0	151.58%	329.00	112.88%		
10	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	02/07/2017	16/07/2017	14	4"	8"	2	386.16	245.0	157.62%	329.00	117.37%	390.16	118.59%
11	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	02/07/2017	16/07/2017	14	4"	8"	4	390.35	245.0	159.33%	329.00	118.65%		
12	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	02/07/2017	16/07/2017	14	4"	8"	4	393.98	245.0	160.81%	329.00	119.75%		
13	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	02/07/2017	30/07/2017	28	4"	8"	2	438.98	245.0	179.18%	329.00	133.43%	440.70	133.95%
14	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	02/07/2017	30/07/2017	28	4"	8"	2	439.25	245.0	179.29%	329.00	133.51%		
15	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	02/07/2017	30/07/2017	28	4"	8"	2	443.88	245.0	181.18%	329.00	134.92%		

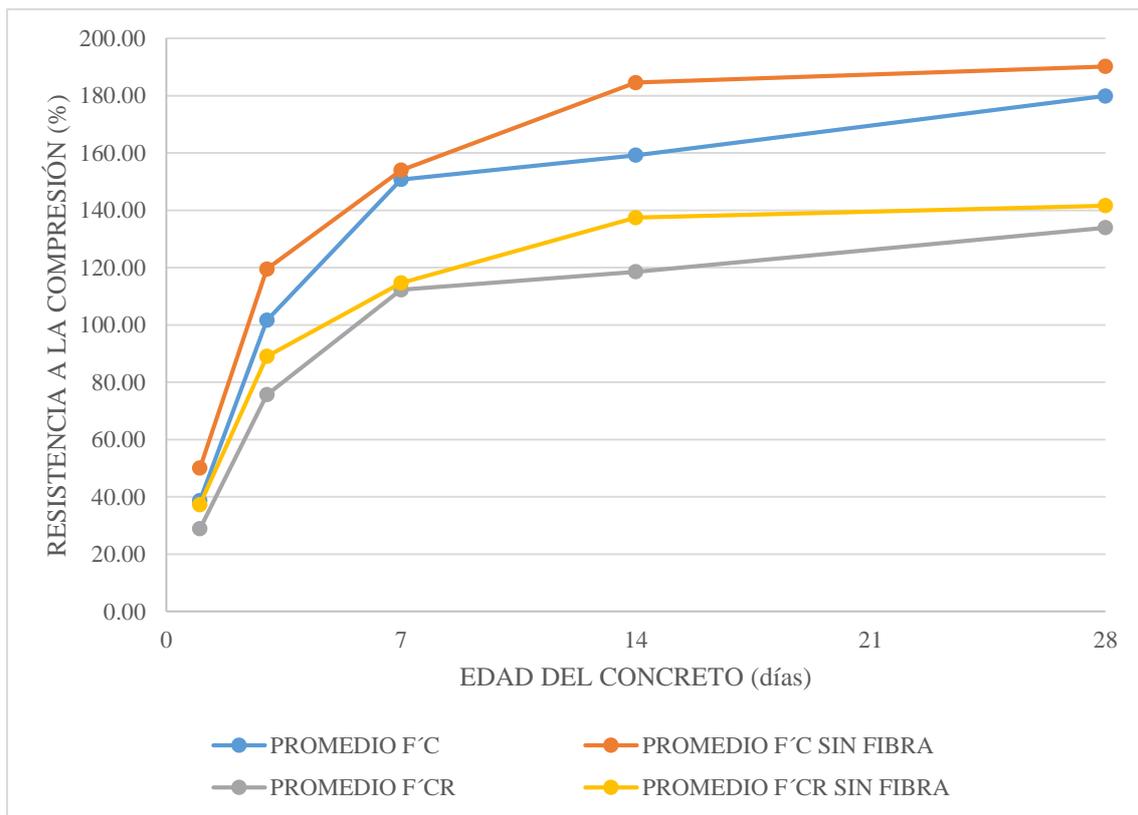
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 90.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L2-D1.

$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2-D1					
EDAD	PROMEDIO $f'c$ (%)	PROMEDIO SIN FIBRA $f'c$ (%)	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f'cr$ (%)	PROMEDIO $f'cr$ SIN FIBRA (%)
1	38.75	50.06	77.41	28.86	37.28
3	101.63	119.54	85.02	75.68	89.02
7	150.76	153.98	97.91	112.26	114.66
14	159.25	184.57	86.28	118.59	137.45
28	179.88	190.21	94.57	133.95	141.65

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 38.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L2-D1.

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 91.**

Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L2-D2

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	03/07/2017	04/07/2017	1	4"	8"	3	88.14	245.0	35.98%	329.00	26.79%	91.91	27.94%
2	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	03/07/2017	04/07/2017	1	4"	8"	3	92.72	245.0	37.84%	329.00	28.18%		
3	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	03/07/2017	04/07/2017	1	4"	8"	3	94.87	245.0	38.72%	329.00	28.84%		
4	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	03/07/2017	06/07/2017	3	4"	8"	6	239.53	245.0	97.77%	329.00	72.81%	238.89	72.61%
5	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	03/07/2017	06/07/2017	3	4"	8"	6	237.75	245.0	97.04%	329.00	72.26%		
6	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	03/07/2017	06/07/2017	3	4"	8"	6	239.38	245.0	97.71%	329.00	72.76%		
7	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	03/07/2017	10/07/2017	7	4"	8"	2	248.95	245.0	101.61%	329.00	75.67%	249.58	75.86%
8	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	03/07/2017	10/07/2017	7	4"	8"	2	249.63	245.0	101.89%	329.00	75.88%		
9	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	03/07/2017	10/07/2017	7	4"	8"	2	250.17	245.0	102.11%	329.00	76.04%		
10	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	03/07/2017	17/07/2017	14	4"	8"	2	339.84	245.0	138.71%	329.00	103.29%	341.19	103.71%
11	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	03/07/2017	17/07/2017	14	4"	8"	3	341.80	245.0	139.51%	329.00	103.89%		
12	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	03/07/2017	17/07/2017	14	4"	8"	2	341.93	245.0	139.56%	329.00	103.93%		
13	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	03/07/2017	31/07/2017	28	4"	8"	5	383.32	245.0	156.46%	329.00	116.51%	385.46	117.16%
14	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	03/07/2017	31/07/2017	28	4"	8"	5	386.18	245.0	157.62%	329.00	117.38%		
15	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	03/07/2017	31/07/2017	28	4"	8"	2	386.88	245.0	157.91%	329.00	117.59%		

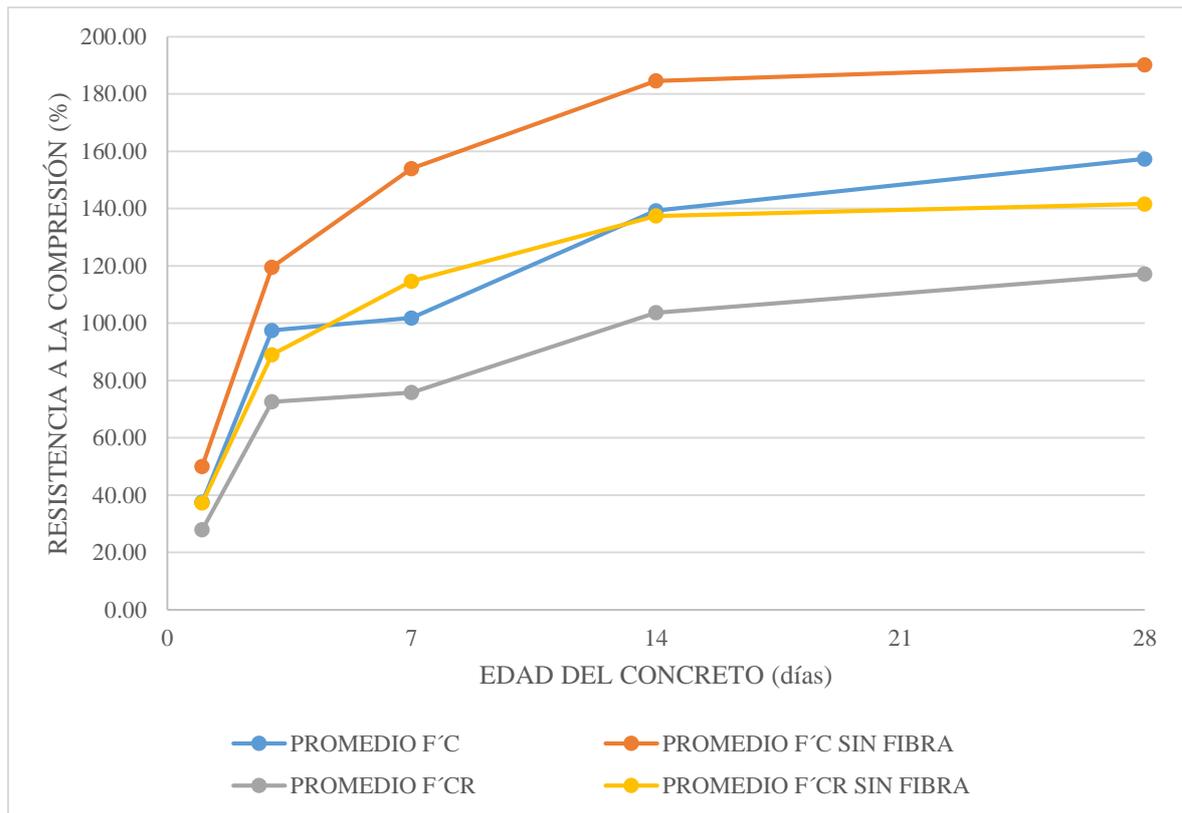
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 92.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L2-D2.

$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2-D2					
EDAD	PROMEDIO $f'c$ (%)	PROMEDIO SIN FIBRA $f'c$ (%)	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f'cr$ (%)	PROMEDIO $f'cr$ SIN FIBRA (%)
1	37.51	50.06	74.94	27.94	37.28
3	97.50	119.54	81.57	72.61	89.02
7	101.87	153.98	66.16	75.86	114.66
14	139.26	184.57	75.45	103.71	137.45
28	157.33	190.21	82.71	117.16	141.65

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 39.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L2-D2.

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 93.**

Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L2-D3

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA A PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	03/07/2017	04/07/2017	1	4"	8"	3	101.68	245.0	41.50%	329.00	30.91%	104.13	31.65%
2	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	03/07/2017	04/07/2017	1	4"	8"	3	104.90	245.0	42.82%	329.00	31.88%		
3	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	03/07/2017	04/07/2017	1	4"	8"	2	105.80	245.0	43.18%	329.00	32.16%		
4	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	03/07/2017	06/07/2017	3	4"	8"	4	170.81	245.0	69.72%	329.00	51.92%	173.59	52.76%
5	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	03/07/2017	06/07/2017	3	4"	8"	4	173.60	245.0	70.86%	329.00	52.77%		
6	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	03/07/2017	06/07/2017	3	4"	8"	5	176.36	245.0	71.98%	329.00	53.60%		
7	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	03/07/2017	10/07/2017	7	4"	8"	5	314.06	245.0	128.19%	329.00	95.46%	318.76	96.89%
8	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	03/07/2017	10/07/2017	7	4"	8"	5	316.74	245.0	129.28%	329.00	96.27%		
9	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	03/07/2017	10/07/2017	7	4"	8"	5	325.48	245.0	132.85%	329.00	98.93%		
10	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	03/07/2017	17/07/2017	14	4"	8"	5	366.87	245.0	149.74%	329.00	111.51%	370.95	112.75%
11	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	03/07/2017	17/07/2017	14	4"	8"	2	372.13	245.0	151.89%	329.00	113.11%		
12	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	03/07/2017	17/07/2017	14	4"	8"	2	373.84	245.0	152.59%	329.00	113.63%		
13	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	03/07/2017	31/07/2017	28	4"	8"	2	387.18	245.0	158.03%	329.00	117.68%	388.79	118.17%
14	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	03/07/2017	31/07/2017	28	4"	8"	2	388.56	245.0	158.60%	329.00	118.10%		
15	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	03/07/2017	31/07/2017	28	4"	8"	2	390.63	245.0	159.44%	329.00	118.73%		

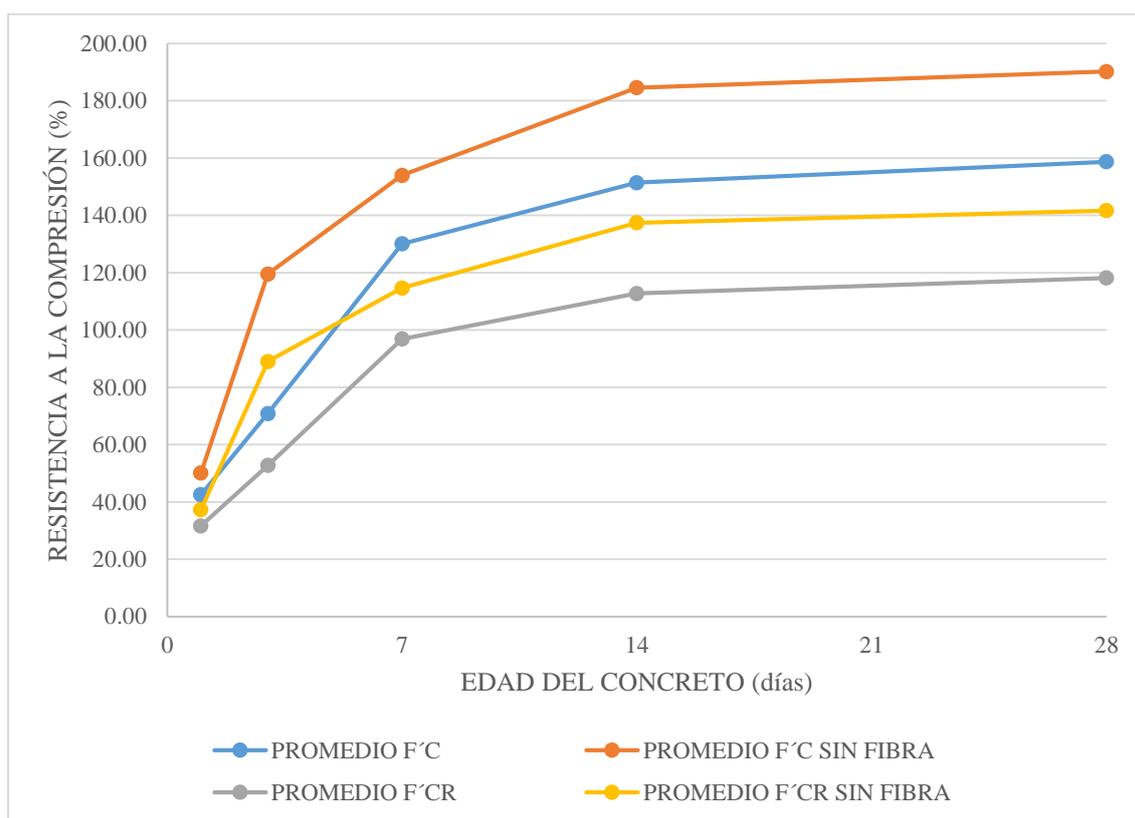
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 94.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f^c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L2-D3.

$f^c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2-D3					
EDAD	PROMEDIO $f^c$ (%)	PROMEDIO SIN FIBRA $f^c$ (%)	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f^{cr}$ (%)	PROMEDIO $f^{cr}$ SIN FIBRA (%)
1	42.50	50.06	84.90	31.65	37.28
3	70.85	119.54	59.27	52.76	89.02
7	130.11	153.98	84.50	96.89	114.66
14	151.41	184.57	82.03	112.75	137.45
28	158.69	190.21	83.43	118.17	141.65

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 40.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f^c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L2-D3.

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 95.**

Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L3-D1

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	03/07/2017	04/07/2017	1	4"	8"	3	84.85	245.0	34.63%	329.00	25.79%	85.88	26.10%
2	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	03/07/2017	04/07/2017	1	4"	8"	3	85.21	245.0	34.78%	329.00	25.90%		
3	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	03/07/2017	04/07/2017	1	4"	8"	2	87.58	245.0	35.75%	329.00	26.62%		
4	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	03/07/2017	06/07/2017	3	4"	8"	2	307.99	245.0	125.71%	329.00	93.61%	311.53	94.69%
5	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	03/07/2017	06/07/2017	3	4"	8"	2	308.14	245.0	125.77%	329.00	93.66%		
6	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	03/07/2017	06/07/2017	3	4"	8"	5	318.45	245.0	129.98%	329.00	96.79%		
7	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	03/07/2017	10/07/2017	7	4"	8"	5	371.24	245.0	151.53%	329.00	112.84%	374.04	113.69%
8	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	03/07/2017	10/07/2017	7	4"	8"	4	372.22	245.0	151.93%	329.00	113.14%		
9	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	03/07/2017	10/07/2017	7	4"	8"	5	378.67	245.0	154.56%	329.00	115.10%		
10	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	03/07/2017	17/07/2017	14	4"	8"	5	402.94	245.0	164.47%	329.00	122.47%	404.16	122.84%
11	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	03/07/2017	17/07/2017	14	4"	8"	5	405.34	245.0	165.44%	329.00	123.20%		
12	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	03/07/2017	17/07/2017	14	4"	8"	2	404.20	245.0	164.98%	329.00	122.86%		
13	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	03/07/2017	31/07/2017	28	4"	8"	2	415.12	245.0	169.44%	329.00	126.18%	415.21	126.20%
14	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	03/07/2017	31/07/2017	28	4"	8"	2	413.01	245.0	168.58%	329.00	125.53%		
15	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	03/07/2017	31/07/2017	28	4"	8"	2	417.50	245.0	170.41%	329.00	126.90%		

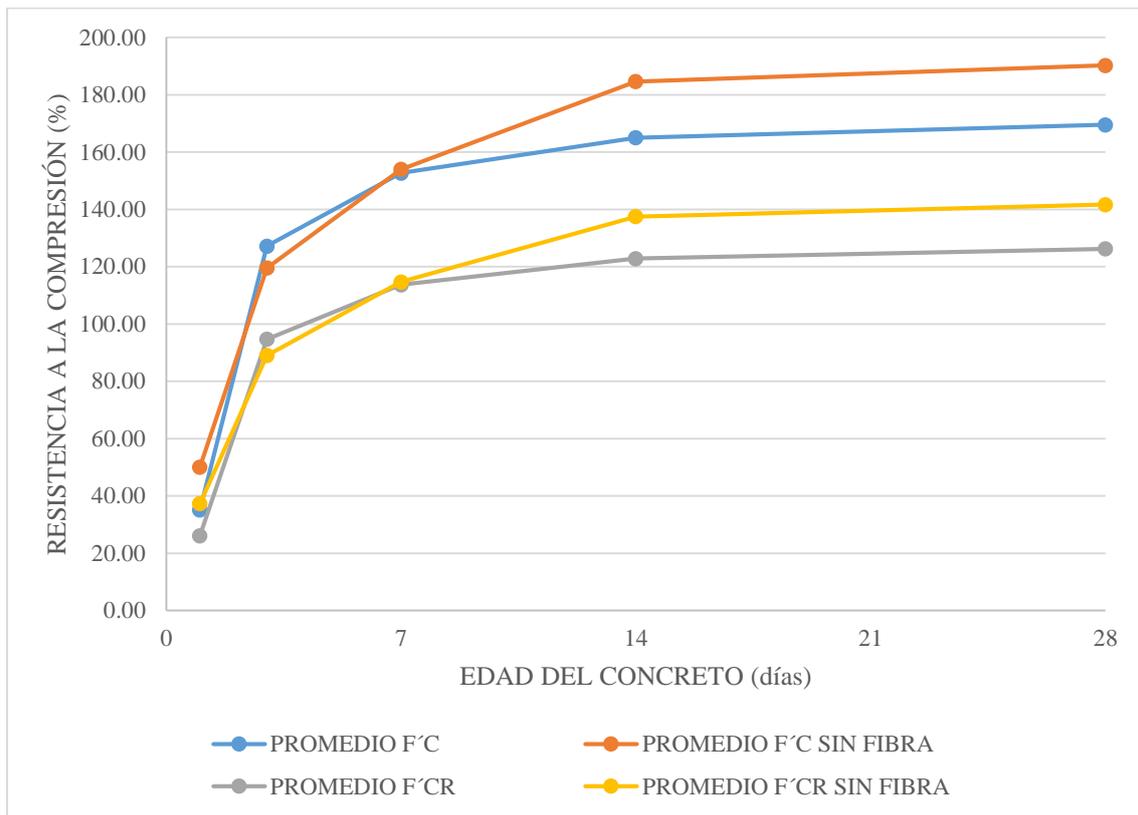
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 96.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L3-D1.

$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L3-D1					
EDAD	PROMEDIO $f'c(\%)$	PROMEDIO SIN FIBRA $f'c(\%)$	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f'cr(\%)$	PROMEDIO $f'cr$ SIN FIBRA (%)
1	35.05	50.06	70.02	26.10	37.28
3	127.15	119.54	106.37	94.69	89.02
7	152.67	153.98	99.15	113.69	114.66
14	164.96	184.57	89.38	122.84	137.45
28	169.47	190.21	89.10	126.20	141.65

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 41.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L3-D1.

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 97.**

Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L3-D2

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA A PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	03/07/2017	04/07/2017	1	4"	8"	2	94.64	245.0	38.63%	329.00	28.77%	96.18	29.23%
2	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	03/07/2017	04/07/2017	1	4"	8"	2	96.90	245.0	39.55%	329.00	29.45%		
3	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	03/07/2017	04/07/2017	1	4"	8"	2	96.99	245.0	39.59%	329.00	29.48%		
4	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	03/07/2017	06/07/2017	3	4"	8"	5	297.97	245.0	121.62%	329.00	90.57%	301.78	91.73%
5	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	03/07/2017	06/07/2017	3	4"	8"	3	299.34	245.0	122.18%	329.00	90.98%		
6	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	03/07/2017	06/07/2017	3	4"	8"	3	308.04	245.0	125.73%	329.00	93.63%		
7	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	03/07/2017	10/07/2017	7	4"	8"	2	359.28	245.0	146.64%	329.00	109.20%	363.72	110.55%
8	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	03/07/2017	10/07/2017	7	4"	8"	2	363.57	245.0	148.40%	329.00	110.51%		
9	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	03/07/2017	10/07/2017	7	4"	8"	2	368.30	245.0	150.33%	329.00	111.95%		
10	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	03/07/2017	17/07/2017	14	4"	8"	5	378.94	245.0	154.67%	329.00	115.18%	381.35	115.91%
11	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	03/07/2017	17/07/2017	14	4"	8"	5	379.06	245.0	154.72%	329.00	115.22%		
12	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	03/07/2017	17/07/2017	14	4"	8"	2	386.04	245.0	157.57%	329.00	117.34%		
13	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	03/07/2017	31/07/2017	28	4"	8"	2	423.27	245.0	172.76%	329.00	128.65%	423.45	128.71%
14	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	03/07/2017	31/07/2017	28	4"	8"	3	423.52	245.0	172.87%	329.00	128.73%		
15	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	03/07/2017	31/07/2017	28	4"	8"	3	423.57	245.0	172.89%	329.00	128.74%		

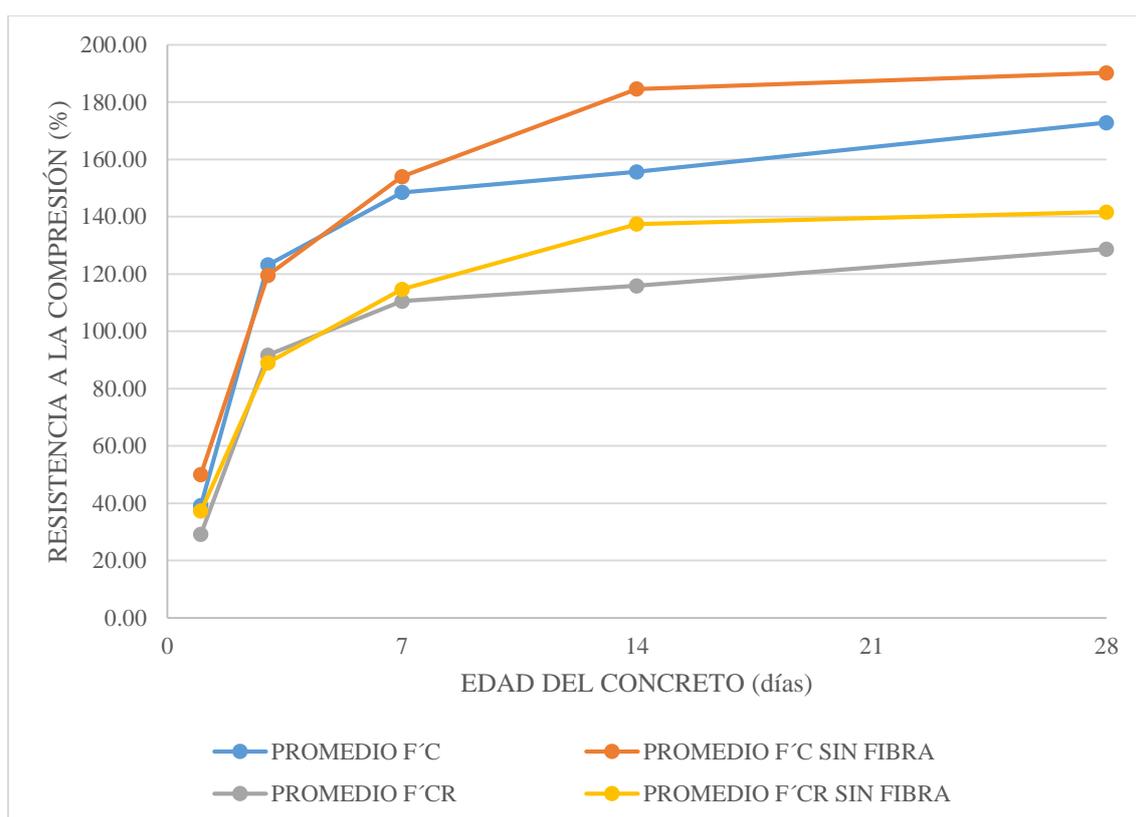
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 98.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2 \text{ L3-D2}$ .

$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2 \text{ L3-D2}$					
EDAD	PROMEDIO $f'c(\%)$	PROMEDIO SIN FIBRA $f'c(\%)$	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f'cr(\%)$	PROMEDIO $f'cr \text{ SIN FIBRA } (\%)$
1	39.26	50.06	78.42	29.23	37.28
3	123.18	119.54	103.04	91.73	89.02
7	148.46	153.98	96.41	110.55	114.66
14	155.65	184.57	84.33	115.91	137.45
28	172.84	190.21	90.87	128.71	141.65

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 42.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2 \text{ L3-D2}$ .

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 99.**Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L3-D3

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	03/07/2017	04/07/2017	1	4"	8"	2	74.38	245.0	30.36%	329.00	22.61%	75.13	22.84%
2	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	03/07/2017	04/07/2017	1	4"	8"	3	75.17	245.0	30.68%	329.00	22.85%		
3	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	03/07/2017	04/07/2017	1	4"	8"	2	75.85	245.0	30.96%	329.00	23.05%		
4	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	03/07/2017	06/07/2017	3	4"	8"	2	224.64	245.0	91.69%	329.00	68.28%	228.81	69.55%
5	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	03/07/2017	06/07/2017	3	4"	8"	4	227.06	245.0	92.68%	329.00	69.02%		
6	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	03/07/2017	06/07/2017	3	4"	8"	5	234.74	245.0	95.81%	329.00	71.35%		
7	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	03/07/2017	10/07/2017	7	4"	8"	5	294.92	245.0	120.38%	329.00	89.64%	299.32	90.98%
8	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	03/07/2017	10/07/2017	7	4"	8"	2	301.14	245.0	122.91%	329.00	91.53%		
9	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	03/07/2017	10/07/2017	7	4"	8"	3	301.89	245.0	123.22%	329.00	91.76%		
10	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	03/07/2017	17/07/2017	14	4"	8"	2	352.83	245.0	144.01%	329.00	107.24%	356.23	108.28%
11	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	03/07/2017	17/07/2017	14	4"	8"	2	357.48	245.0	145.91%	329.00	108.66%		
12	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	03/07/2017	17/07/2017	14	4"	8"	2	358.37	245.0	146.27%	329.00	108.93%		
13	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	03/07/2017	31/07/2017	28	4"	8"	3	390.55	245.0	159.41%	329.00	118.71%	393.75	119.68%
14	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	03/07/2017	31/07/2017	28	4"	8"	2	393.60	245.0	160.65%	329.00	119.64%		
15	f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	03/07/2017	31/07/2017	28	4"	8"	3	397.09	245.0	162.08%	329.00	120.70%		

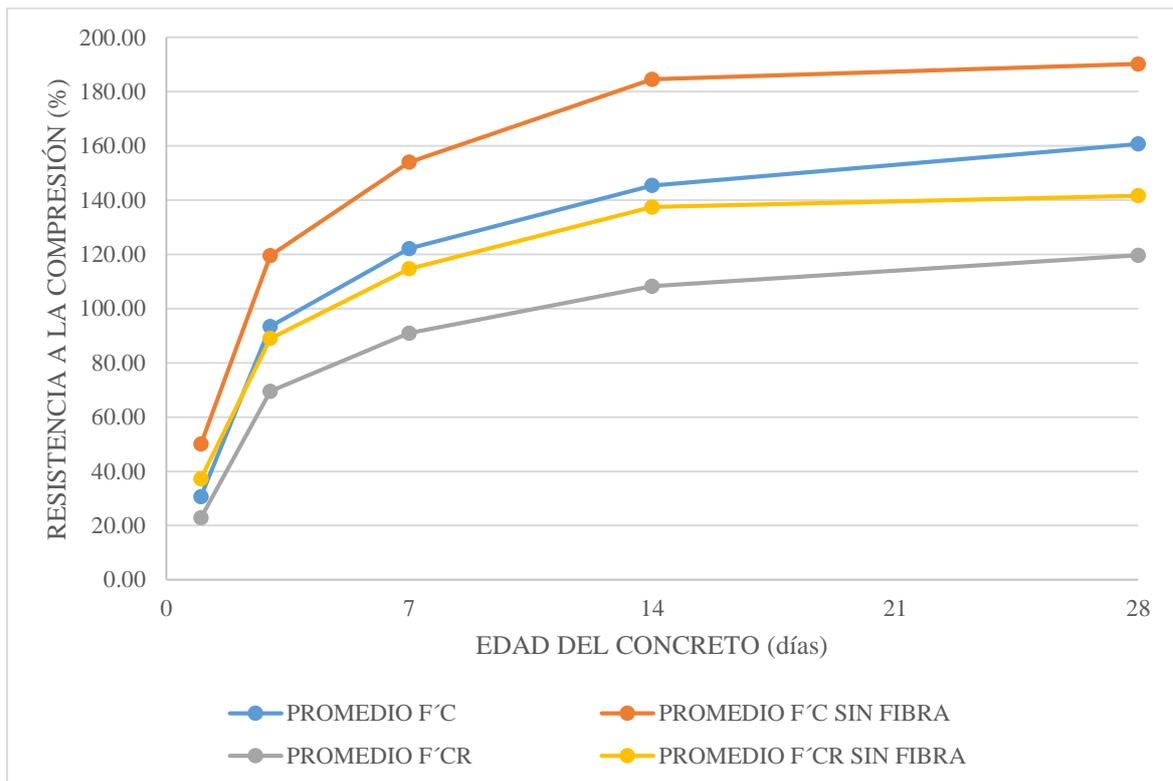
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 100.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f^c = 245 \text{ kg/cm}^2 \text{ L3-D3}$ .

$f^c = 245 \text{ kg/cm}^2 \text{ L3-D3}$					
EDAD	PROMEDIO $f^c(\%)$	PROMEDIO SIN FIBRA $f^c(\%)$	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f^{cr}(\%)$	PROMEDIO $f^{cr}$ SIN FIBRA (%)
1	30.67	50.06	61.26	22.84	37.28
3	93.39	119.54	78.13	69.55	89.02
7	122.17	153.98	79.34	90.98	114.66
14	145.40	184.57	78.78	108.28	137.45
28	160.71	190.21	84.49	119.68	141.65

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 43.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f^c = 245 \text{ kg/cm}^2 \text{ L3-D3}$ .

Fuente: Elaboración propia (2018).

### 4.1.1.5.3. Resistencia a la Compresión del Concreto $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 101.**

Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  SIN FIBRA

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	04/07/2017	05/07/2017	1	4"	8"	2	123.58	280.0	44.14%	364.00	33.95%	125.35	34.44%
2	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	04/07/2017	05/07/2017	1	4"	8"	2	124.64	280.0	44.51%	364.00	34.24%		
3	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	04/07/2017	05/07/2017	1	4"	8"	4	127.82	280.0	45.65%	364.00	35.12%		
4	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	04/07/2017	07/07/2017	3	4"	8"	5	312.85	280.0	111.73%	364.00	85.95%	313.99	86.26%
5	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	04/07/2017	07/07/2017	3	4"	8"	5	313.53	280.0	111.98%	364.00	86.13%		
6	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	04/07/2017	07/07/2017	3	4"	8"	5	315.59	280.0	112.71%	364.00	86.70%		
7	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	04/07/2017	11/07/2017	7	4"	8"	5	393.76	280.0	140.63%	364.00	108.18%	394.21	108.30%
8	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	04/07/2017	11/07/2017	7	4"	8"	2	392.67	280.0	140.24%	364.00	107.88%		
9	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	04/07/2017	11/07/2017	7	4"	8"	5	396.21	280.0	141.50%	364.00	108.85%		
10	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	04/07/2017	18/07/2017	14	4"	8"	2	463.09	280.0	165.39%	364.00	127.22%	464.18	127.52%
11	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	04/07/2017	18/07/2017	14	4"	8"	2	463.23	280.0	165.44%	364.00	127.26%		
12	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	04/07/2017	18/07/2017	14	4"	8"	3	466.21	280.0	166.50%	364.00	128.08%		
13	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	04/07/2017	01/08/2017	28	4"	8"	3	497.72	280.0	177.76%	364.00	136.74%	499.66	137.27%
14	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	04/07/2017	01/08/2017	28	4"	8"	2	499.05	280.0	178.23%	364.00	137.10%		
15	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> SIN FIBRA	04/07/2017	01/08/2017	28	4"	8"	2	502.20	280.0	179.36%	364.00	137.97%		

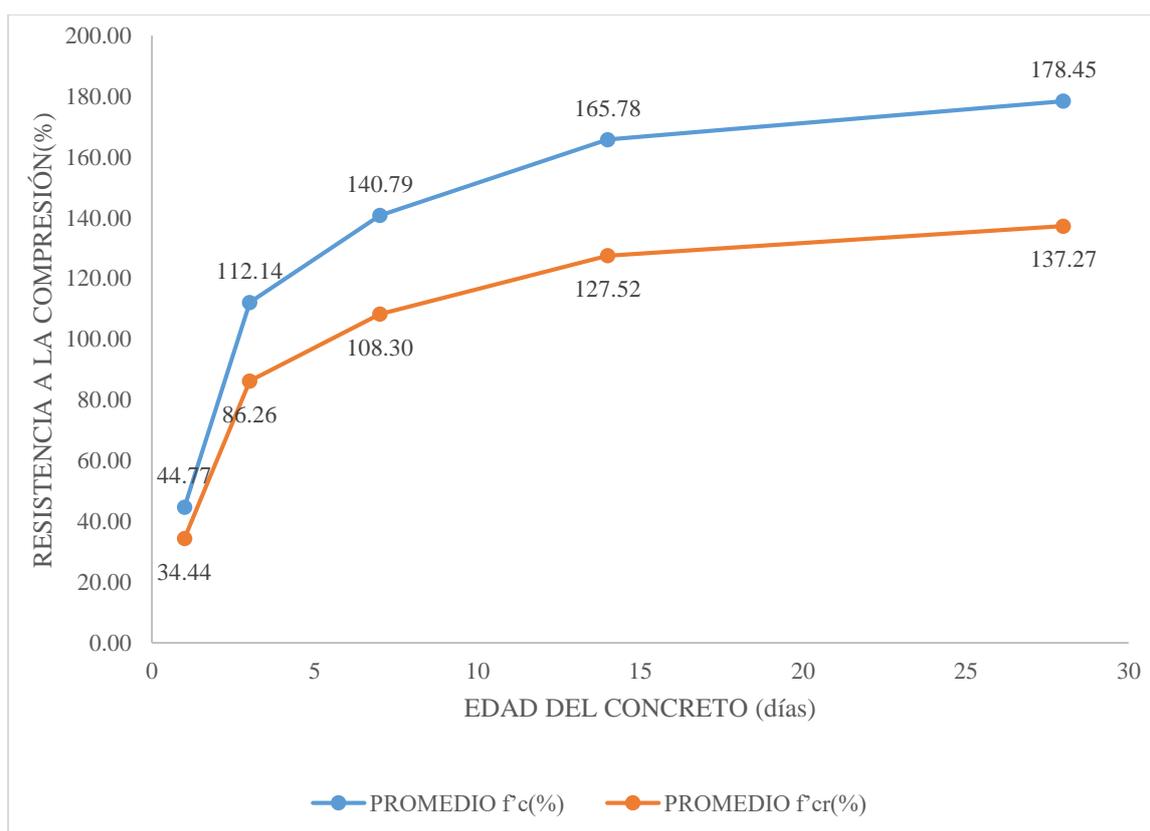
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 102.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$  SIN FIBRA.

$f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA		
EDAD	PROMEDIO $f^c(\%)$	PROMEDIO $f^{cr}(\%)$
1	44.77	34.44
3	112.14	86.26
7	140.79	108.30
14	165.78	127.52
28	178.45	137.27

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 44.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$  SIN FIBRA. Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 103.**

*Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L1-D1*

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	04/07/2017	05/07/2017	1	4"	8"	3	113.33	280.0	40.48%	364.00	31.13%	115.05	31.61%
2	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	04/07/2017	05/07/2017	1	4"	8"	3	114.59	280.0	40.93%	364.00	31.48%		
3	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	04/07/2017	05/07/2017	1	4"	8"	2	117.22	280.0	41.86%	364.00	32.20%		
4	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	04/07/2017	07/07/2017	3	4"	8"	5	261.32	280.0	93.33%	364.00	71.79%	264.05	72.54%
5	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	04/07/2017	07/07/2017	3	4"	8"	2	263.93	280.0	94.26%	364.00	72.51%		
6	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	04/07/2017	07/07/2017	3	4"	8"	5	266.90	280.0	95.32%	364.00	73.32%		
7	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	04/07/2017	11/07/2017	7	4"	8"	4	379.54	280.0	135.55%	364.00	104.27%	382.47	105.07%
8	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	04/07/2017	11/07/2017	7	4"	8"	5	380.09	280.0	135.75%	364.00	104.42%		
9	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	04/07/2017	11/07/2017	7	4"	8"	5	387.77	280.0	138.49%	364.00	106.53%		
10	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	04/07/2017	18/07/2017	14	4"	8"	4	431.30	280.0	154.04%	364.00	118.49%	434.56	119.38%
11	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	04/07/2017	18/07/2017	14	4"	8"	5	434.23	280.0	155.08%	364.00	119.29%		
12	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	04/07/2017	18/07/2017	14	4"	8"	5	438.14	280.0	156.48%	364.00	120.37%		
13	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	04/07/2017	01/08/2017	28	4"	8"	2	466.23	280.0	166.51%	364.00	128.09%	471.51	129.54%
14	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	04/07/2017	01/08/2017	28	4"	8"	2	473.07	280.0	168.95%	364.00	129.96%		
15	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D1	04/07/2017	01/08/2017	28	4"	8"	2	475.23	280.0	169.73%	364.00	130.56%		

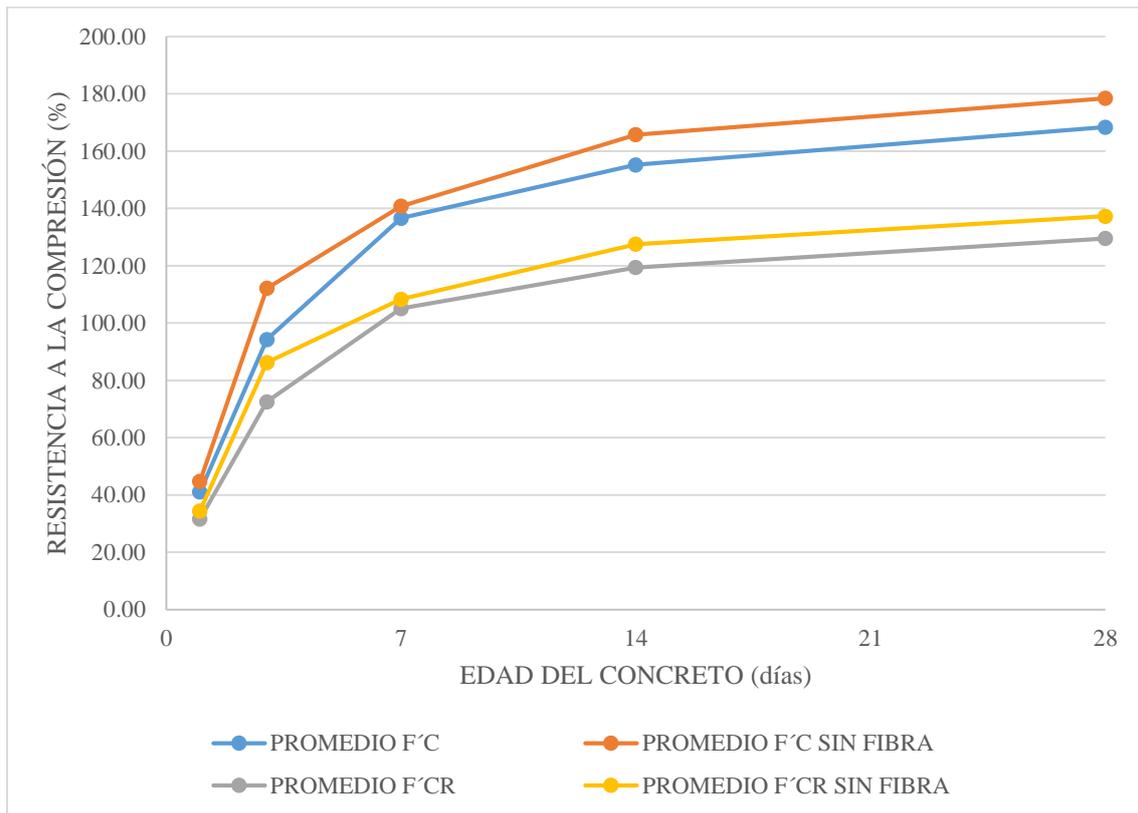
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 104.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L1-D1.

$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1-D1					
EDAD	PROMEDIO $f'c$ (%)	PROMEDIO SIN FIBRA $f'c$ (%)	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f'cr$ (%)	PROMEDIO $f'cr$ SIN FIBRA (%)
1	41.09	44.77	91.78	31.61	34.44
3	94.30	112.14	84.10	72.54	86.26
7	136.60	140.79	97.02	105.07	108.30
14	155.20	165.78	93.62	119.38	127.52
28	168.40	178.45	94.37	129.54	137.27

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 45.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  SIN FIBRA.

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 105.**

*Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L1-D2*

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA A PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	04/07/2017	05/07/2017	1	4"	8"	3	85.70	280.0	30.61%	364.00	23.54%	90.91	24.98%
2	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	04/07/2017	05/07/2017	1	4"	8"	3	92.82	280.0	33.15%	364.00	25.50%		
3	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	04/07/2017	05/07/2017	1	4"	8"	3	94.22	280.0	33.65%	364.00	25.88%		
4	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	04/07/2017	07/07/2017	3	4"	8"	2	243.05	280.0	86.80%	364.00	66.77%	247.08	67.88%
5	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	04/07/2017	07/07/2017	3	4"	8"	5	247.48	280.0	88.39%	364.00	67.99%		
6	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	04/07/2017	07/07/2017	3	4"	8"	5	250.71	280.0	89.54%	364.00	68.88%		
7	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	04/07/2017	11/07/2017	7	4"	8"	5	352.87	280.0	126.03%	364.00	96.94%	357.83	98.30%
8	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	04/07/2017	11/07/2017	7	4"	8"	4	357.67	280.0	127.74%	364.00	98.26%		
9	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	04/07/2017	11/07/2017	7	4"	8"	5	362.95	280.0	129.63%	364.00	99.71%		
10	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	04/07/2017	18/07/2017	14	4"	8"	5	394.22	280.0	140.79%	364.00	108.30%	395.70	108.71%
11	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	04/07/2017	18/07/2017	14	4"	8"	5	395.40	280.0	141.21%	364.00	108.63%		
12	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	04/07/2017	18/07/2017	14	4"	8"	5	397.49	280.0	141.96%	364.00	109.20%		
13	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	04/07/2017	01/08/2017	28	4"	8"	5	437.03	280.0	156.08%	364.00	120.06%	441.89	121.40%
14	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	04/07/2017	01/08/2017	28	4"	8"	2	442.58	280.0	158.06%	364.00	121.59%		
15	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	04/07/2017	01/08/2017	28	4"	8"	2	446.07	280.0	159.31%	364.00	122.55%		

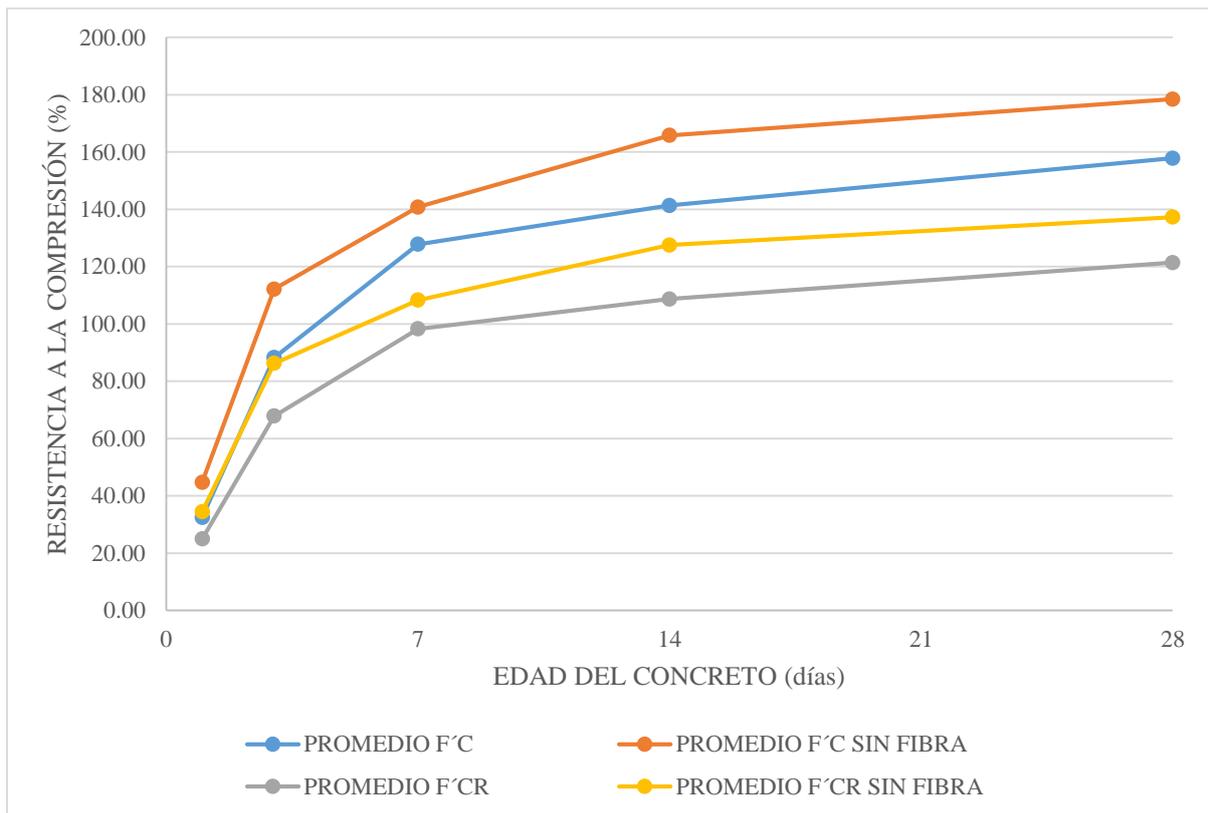
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 106.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L1-D2.

$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1-D2					
EDAD	PROMEDIO $f'c$ (%)	PROMEDIO SIN FIBRA $f'c$ (%)	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f'cr$ (%)	PROMEDIO $f'cr$ SIN FIBRA (%)
1	32.47	44.77	72.53	24.98	34.44
3	88.24	112.14	78.69	67.88	86.26
7	127.80	140.79	90.77	98.30	108.30
14	141.32	165.78	85.25	108.71	127.52
28	157.82	178.45	88.44	121.40	137.27

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 46.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L1-D2.

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 107.**Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  L1-D3

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (Kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 280 Kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	04/07/2017	05/07/2017	1	4"	8"	2	69.92	280.0	24.97%	364.00	19.21%	70.40	19.34%
2	f'c = 280 Kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	04/07/2017	05/07/2017	1	4"	8"	2	70.57	280.0	25.20%	364.00	19.39%		
3	f'c = 280 Kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	04/07/2017	05/07/2017	1	4"	8"	3	70.70	280.0	25.25%	364.00	19.42%		
4	f'c = 280 Kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	04/07/2017	07/07/2017	3	4"	8"	4	192.58	280.0	68.78%	364.00	52.91%	193.36	53.12%
5	f'c = 280 Kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	04/07/2017	07/07/2017	3	4"	8"	4	192.70	280.0	68.82%	364.00	52.94%		
6	f'c = 280 Kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	04/07/2017	07/07/2017	3	4"	8"	4	194.81	280.0	69.58%	364.00	53.52%		
7	f'c = 280 Kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	04/07/2017	11/07/2017	7	4"	8"	5	260.39	280.0	93.00%	364.00	71.54%	266.02	73.08%
8	f'c = 280 Kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	04/07/2017	11/07/2017	7	4"	8"	4	265.24	280.0	94.73%	364.00	72.87%		
9	f'c = 280 Kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	04/07/2017	11/07/2017	7	4"	8"	5	272.44	280.0	97.30%	364.00	74.85%		
10	f'c = 280 Kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	04/07/2017	18/07/2017	14	4"	8"	4	304.12	280.0	108.61%	364.00	83.55%	304.95	83.78%
11	f'c = 280 Kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	04/07/2017	18/07/2017	14	4"	8"	5	305.23	280.0	109.01%	364.00	83.85%		
12	f'c = 280 Kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	04/07/2017	18/07/2017	14	4"	8"	5	305.50	280.0	109.11%	364.00	83.93%		
13	f'c = 280 Kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	04/07/2017	01/08/2017	28	4"	8"	2	329.32	280.0	117.61%	364.00	90.47%	336.73	92.51%
14	f'c = 280 Kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	04/07/2017	01/08/2017	28	4"	8"	2	339.42	280.0	121.22%	364.00	93.25%		
15	f'c = 280 Kg/cm <sup>2</sup> L1-D3	04/07/2017	01/08/2017	28	4"	8"	2	341.46	280.0	121.95%	364.00	93.81%		

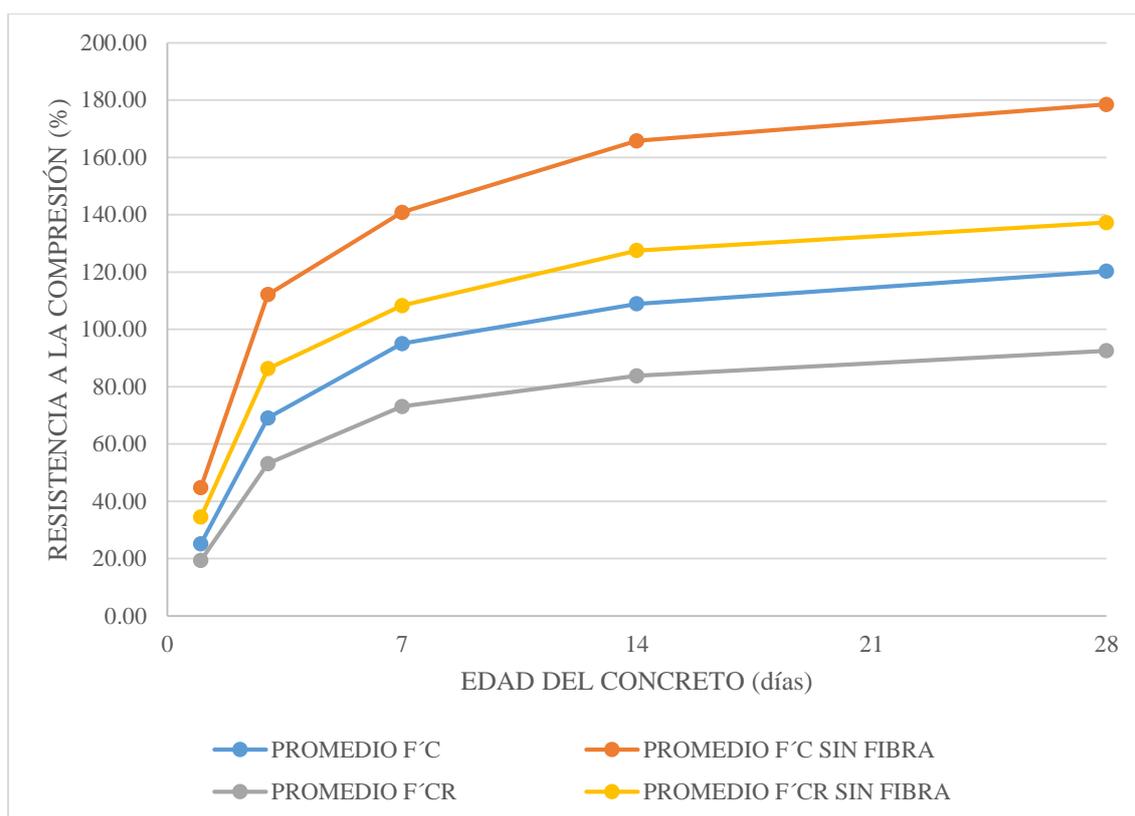
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 108.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L1-D3.

$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1-D3					
EDAD	PROMEDIO $f'c$ (%)	PROMEDIO SIN FIBRA $f'c$ (%)	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f'cr$ (%)	PROMEDIO $f'cr$ SIN FIBRA (%)
1	25.14	44.77	56.16	19.34	34.44
3	69.06	112.14	61.58	53.12	86.26
7	95.01	140.79	67.48	73.08	108.30
14	108.91	165.78	65.70	83.78	127.52
28	120.26	178.45	67.39	92.51	137.27

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 47.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L1-D3.

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 109.**

Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L2-D1

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	04/07/2017	05/07/2017	1	4"	8"	2	108.57	280.0	38.78%	364.00	29.83%	110.74	30.42%
2	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	04/07/2017	05/07/2017	1	4"	8"	2	109.40	280.0	39.07%	364.00	30.05%		
3	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	04/07/2017	05/07/2017	1	4"	8"	2	114.26	280.0	40.81%	364.00	31.39%		
4	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	04/07/2017	07/07/2017	3	4"	8"	5	280.79	280.0	100.28%	364.00	77.14%	282.36	77.57%
5	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	04/07/2017	07/07/2017	3	4"	8"	5	282.98	280.0	101.06%	364.00	77.74%		
6	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	04/07/2017	07/07/2017	3	4"	8"	5	283.30	280.0	101.18%	364.00	77.83%		
7	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	04/07/2017	11/07/2017	7	4"	8"	4	386.63	280.0	138.08%	364.00	106.22%	388.26	106.67%
8	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	04/07/2017	11/07/2017	7	4"	8"	5	387.47	280.0	138.38%	364.00	106.45%		
9	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	04/07/2017	11/07/2017	7	4"	8"	5	390.69	280.0	139.53%	364.00	107.33%		
10	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	04/07/2017	18/07/2017	14	4"	8"	4	448.86	280.0	160.31%	364.00	123.31%	450.22	123.69%
11	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	04/07/2017	18/07/2017	14	4"	8"	5	450.76	280.0	160.99%	364.00	123.84%		
12	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	04/07/2017	18/07/2017	14	4"	8"	5	451.05	280.0	161.09%	364.00	123.91%		
13	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	04/07/2017	01/08/2017	28	4"	8"	2	457.46	280.0	163.38%	364.00	125.68%	459.13	126.13%
14	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	04/07/2017	01/08/2017	28	4"	8"	2	459.71	280.0	164.18%	364.00	126.29%		
15	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D1	04/07/2017	01/08/2017	28	4"	8"	2	460.21	280.0	164.36%	364.00	126.43%		

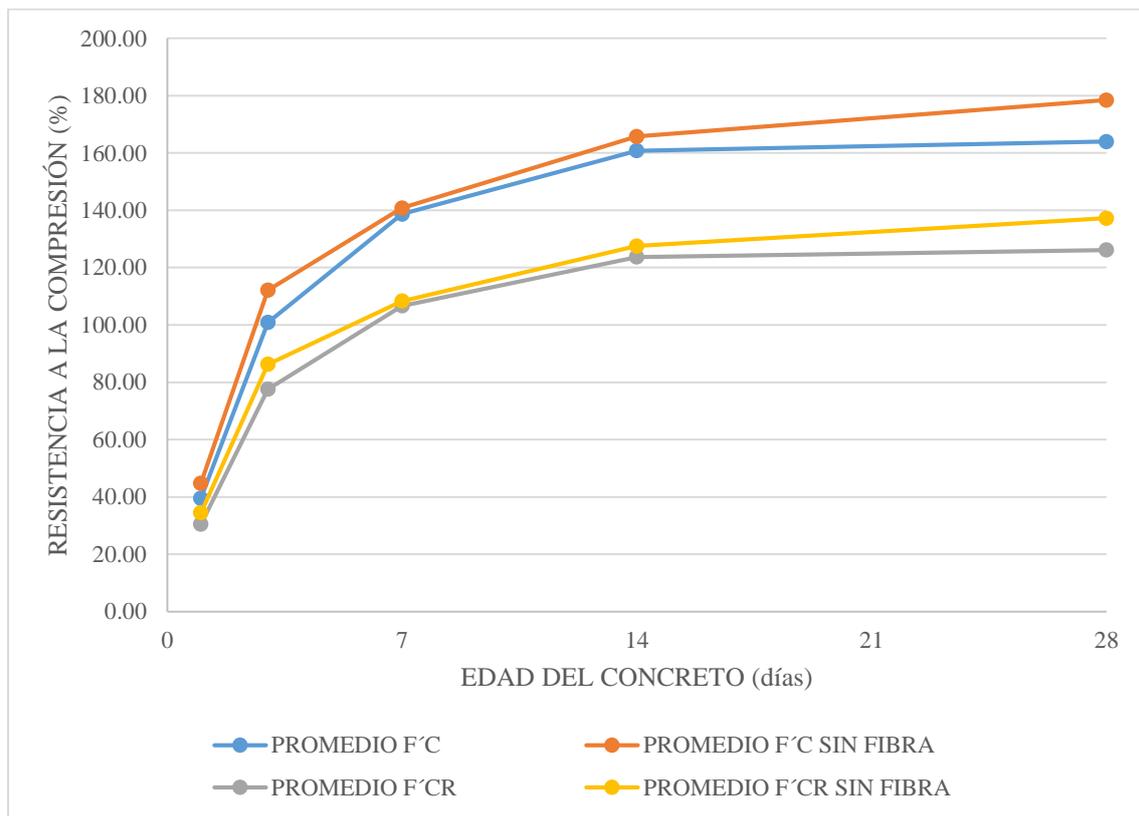
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 110.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L2-D1.

$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2-D1					
EDAD	PROMEDIO $f'c$ (%)	PROMEDIO SIN FIBRA $f'c$ (%)	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f'cr$ (%)	PROMEDIO $f'cr$ SIN FIBRA (%)
1	39.55	44.77	88.35	30.42	34.44
3	100.84	112.14	89.93	77.57	86.26
7	138.67	140.79	98.49	106.67	108.30
14	160.79	165.78	96.99	123.69	127.52
28	163.97	178.45	91.89	126.13	137.27

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 48.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L2-D1.

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 111.**

Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L2-D2

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	05/07/2017	06/07/2017	1	4"	8"	2	118.35	280.0	42.27%	364.00	32.51%	120.93	33.22%
2	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	05/07/2017	06/07/2017	1	4"	8"	2	119.65	280.0	42.73%	364.00	32.87%		
3	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	05/07/2017	06/07/2017	1	4"	8"	3	124.79	280.0	44.57%	364.00	34.28%		
4	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	05/07/2017	08/07/2017	3	4"	8"	6	275.66	280.0	98.45%	364.00	75.73%	277.80	76.32%
5	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	05/07/2017	08/07/2017	3	4"	8"	2	276.89	280.0	98.89%	364.00	76.07%		
6	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	05/07/2017	08/07/2017	3	4"	8"	6	280.85	280.0	100.30%	364.00	77.16%		
7	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	05/07/2017	12/07/2017	7	4"	8"	4	370.00	280.0	132.14%	364.00	101.65%	372.38	102.30%
8	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	05/07/2017	12/07/2017	7	4"	8"	5	371.66	280.0	132.74%	364.00	102.10%		
9	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	05/07/2017	12/07/2017	7	4"	8"	4	375.48	280.0	134.10%	364.00	103.15%		
10	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	05/07/2017	19/07/2017	14	4"	8"	2	402.33	280.0	143.69%	364.00	110.53%	403.84	110.95%
11	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	05/07/2017	19/07/2017	14	4"	8"	3	403.86	280.0	144.24%	364.00	110.95%		
12	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	05/07/2017	19/07/2017	14	4"	8"	2	405.33	280.0	144.76%	364.00	111.35%		
13	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	05/07/2017	02/08/2017	28	4"	8"	2	449.67	280.0	160.60%	364.00	123.54%	451.04	123.91%
14	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	05/07/2017	02/08/2017	28	4"	8"	2	451.19	280.0	161.14%	364.00	123.95%		
15	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D2	05/07/2017	02/08/2017	28	4"	8"	2	452.27	280.0	161.53%	364.00	124.25%		

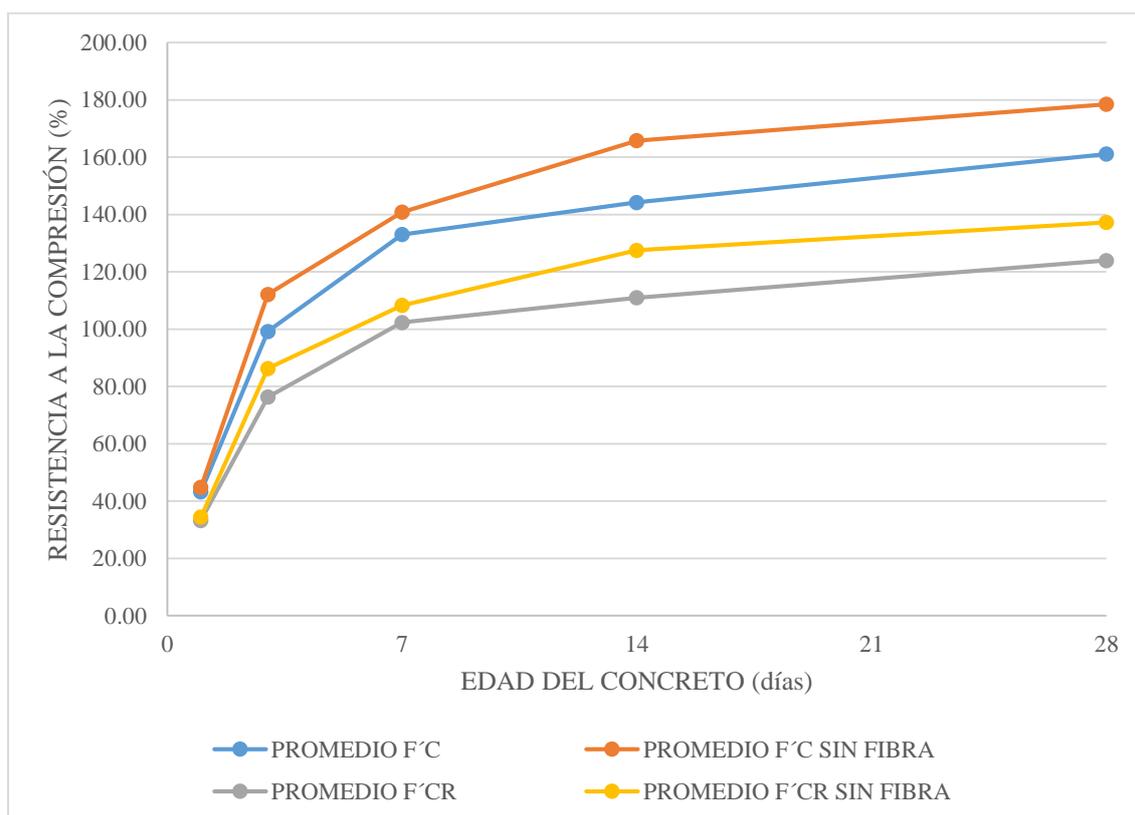
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 112.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2 \text{ L2-D2}$ .

$f^c = 280 \text{ kg/cm}^2 \text{ L2-D2}$					
EDAD	PROMEDIO $f^c(\%)$	PROMEDIO SIN FIBRA $f^c(\%)$	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f^{cr}(\%)$	PROMEDIO $f^{cr}$ SIN FIBRA (%)
1	43.19	44.77	96.48	33.22	34.44
3	99.21	112.14	88.47	76.32	86.26
7	132.99	140.79	94.46	102.30	108.30
14	144.23	165.78	87.00	110.95	127.52
28	161.09	178.45	90.27	123.91	137.27

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 49.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2 \text{ L2-D2}$ .

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 113.**

Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L2-D3

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	05/07/2017	06/07/2017	1	4"	8"	3	126.05	280.0	45.02%	364.00	34.63%	127.48	35.02%
2	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	05/07/2017	06/07/2017	1	4"	8"	2	127.32	280.0	45.47%	364.00	34.98%		
3	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	05/07/2017	06/07/2017	1	4"	8"	2	129.07	280.0	46.10%	364.00	35.46%		
4	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	05/07/2017	08/07/2017	3	4"	8"	2	200.93	280.0	71.76%	364.00	55.20%	203.75	55.98%
5	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	05/07/2017	08/07/2017	3	4"	8"	2	202.59	280.0	72.35%	364.00	55.66%		
6	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	05/07/2017	08/07/2017	3	4"	8"	2	207.73	280.0	74.19%	364.00	57.07%		
7	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	05/07/2017	12/07/2017	7	4"	8"	3	345.98	280.0	123.56%	364.00	95.05%	347.94	95.59%
8	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	05/07/2017	12/07/2017	7	4"	8"	3	346.44	280.0	123.73%	364.00	95.18%		
9	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	05/07/2017	12/07/2017	7	4"	8"	3	351.41	280.0	125.50%	364.00	96.54%		
10	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	05/07/2017	19/07/2017	14	4"	8"	5	381.83	280.0	136.37%	364.00	104.90%	385.73	105.97%
11	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	05/07/2017	19/07/2017	14	4"	8"	5	387.17	280.0	138.28%	364.00	106.37%		
12	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	05/07/2017	19/07/2017	14	4"	8"	5	388.19	280.0	138.64%	364.00	106.65%		
13	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	05/07/2017	02/08/2017	28	4"	8"	4	393.92	280.0	140.69%	364.00	108.22%	396.15	108.83%
14	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	05/07/2017	02/08/2017	28	4"	8"	4	396.77	280.0	141.70%	364.00	109.00%		
15	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L2-D3	05/07/2017	02/08/2017	28	4"	8"	4	397.75	280.0	142.05%	364.00	109.27%		

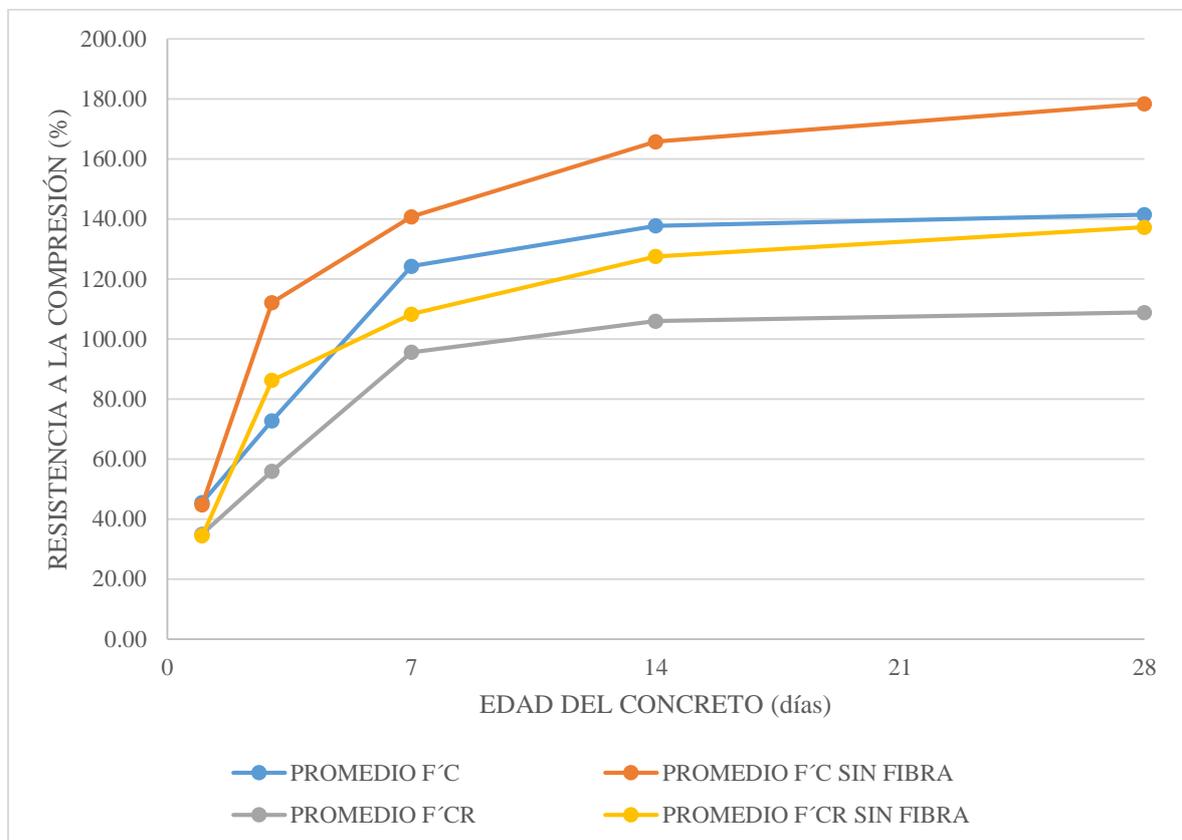
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 114.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L2-D3.

$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2-D3					
EDAD	PROMEDIO $f'c$ (%)	PROMEDIO SIN FIBRA $f'c$ (%)	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f'cr$ (%)	PROMEDIO $f'cr$ SIN FIBRA (%)
1	45.53	44.77	101.70	35.02	34.44
3	72.77	112.14	64.89	55.98	86.26
7	124.27	140.79	88.26	95.59	108.30
14	137.76	165.78	83.10	105.97	127.52
28	141.48	178.45	79.28	108.83	137.27

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 50.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L2-D3.

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 115.**

Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L3-D1

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	05/07/2017	06/07/2017	1	4"	8"	3	94.12	280.0	33.61%	364.00	25.86%	95.78	26.31%
2	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	05/07/2017	06/07/2017	1	4"	8"	2	96.24	280.0	34.37%	364.00	26.44%		
3	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	05/07/2017	06/07/2017	1	4"	8"	3	96.99	280.0	34.64%	364.00	26.65%		
4	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	05/07/2017	08/07/2017	3	4"	8"	2	307.30	280.0	109.75%	364.00	84.42%	310.22	85.22%
5	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	05/07/2017	08/07/2017	3	4"	8"	2	307.98	280.0	109.99%	364.00	84.61%		
6	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	05/07/2017	08/07/2017	3	4"	8"	2	315.37	280.0	112.63%	364.00	86.64%		
7	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	05/07/2017	12/07/2017	7	4"	8"	3	370.14	280.0	132.19%	364.00	101.69%	370.69	101.84%
8	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	05/07/2017	12/07/2017	7	4"	8"	4	370.82	280.0	132.44%	364.00	101.87%		
9	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	05/07/2017	12/07/2017	7	4"	8"	2	371.10	280.0	132.54%	364.00	101.95%		
10	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	05/07/2017	19/07/2017	14	4"	8"	2	465.20	280.0	166.14%	364.00	127.80%	465.91	128.00%
11	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	05/07/2017	19/07/2017	14	4"	8"	2	465.25	280.0	166.16%	364.00	127.82%		
12	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	05/07/2017	19/07/2017	14	4"	8"	2	467.28	280.0	166.89%	364.00	128.37%		
13	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	05/07/2017	02/08/2017	28	4"	8"	2	477.84	280.0	170.66%	364.00	131.27%	483.80	132.91%
14	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	05/07/2017	02/08/2017	28	4"	8"	2	485.18	280.0	173.28%	364.00	133.29%		
15	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D1	05/07/2017	02/08/2017	28	4"	8"	2	488.39	280.0	174.43%	364.00	134.17%		

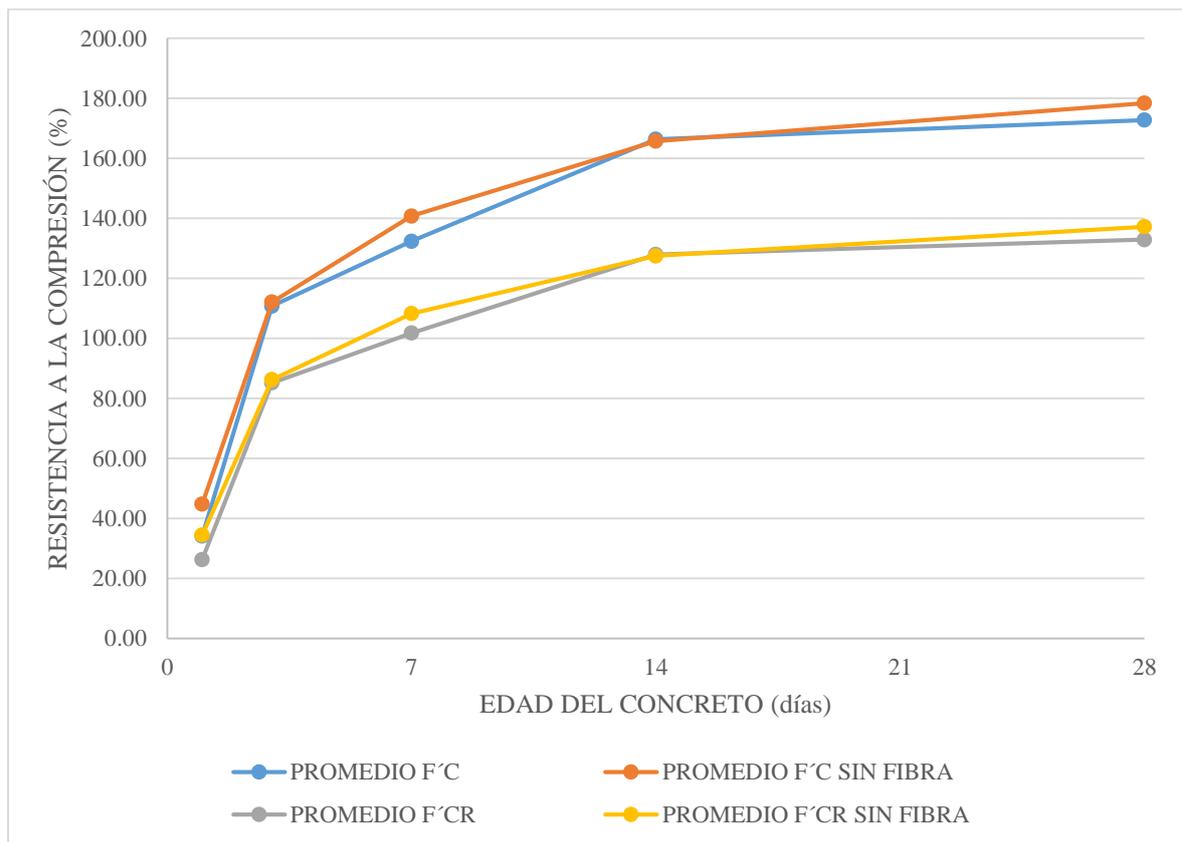
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 116.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 \text{ L3-D1}$ .

$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 \text{ L3-D1}$					
EDAD	PROMEDIO $f'c(\%)$	PROMEDIO SIN FIBRA $f'c(\%)$	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f'cr(\%)$	PROMEDIO $f'cr \text{ SIN FIBRA} (\%)$
1	34.21	44.77	76.41	26.31	34.44
3	110.79	112.14	98.80	85.22	86.26
7	132.39	140.79	94.03	101.84	108.30
14	166.40	165.78	100.37	128.00	127.52
28	172.79	178.45	96.83	132.91	137.27

Fuente: Elaboración propia (2018).



**Figura 51.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 \text{ L3-D1}$ .

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 117.**

Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L3-D2

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	05/07/2017	06/07/2017	1	4"	8"	2	107.65	280.0	38.45%	364.00	29.57%	109.56	30.10%
2	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	05/07/2017	06/07/2017	1	4"	8"	3	109.17	280.0	38.99%	364.00	29.99%		
3	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	05/07/2017	06/07/2017	1	4"	8"	3	111.86	280.0	39.95%	364.00	30.73%		
4	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	05/07/2017	08/07/2017	3	4"	8"	5	296.56	280.0	105.91%	364.00	81.47%	300.21	82.48%
5	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	05/07/2017	08/07/2017	3	4"	8"	5	301.81	280.0	107.79%	364.00	82.91%		
6	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	05/07/2017	08/07/2017	3	4"	8"	5	302.26	280.0	107.95%	364.00	83.04%		
7	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	05/07/2017	12/07/2017	7	4"	8"	2	339.65	280.0	121.30%	364.00	93.31%	343.65	94.41%
8	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	05/07/2017	12/07/2017	7	4"	8"	3	346.19	280.0	123.64%	364.00	95.11%		
9	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	05/07/2017	12/07/2017	7	4"	8"	5	345.12	280.0	123.26%	364.00	94.81%		
10	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	05/07/2017	19/07/2017	14	4"	8"	2	364.93	280.0	130.33%	364.00	100.26%	365.79	100.49%
11	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	05/07/2017	19/07/2017	14	4"	8"	2	365.56	280.0	130.56%	364.00	100.43%		
12	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	05/07/2017	19/07/2017	14	4"	8"	2	366.89	280.0	131.03%	364.00	100.79%		
13	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	05/07/2017	02/08/2017	28	4"	8"	2	389.19	280.0	139.00%	364.00	106.92%	392.05	107.71%
14	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	05/07/2017	02/08/2017	28	4"	8"	2	394.08	280.0	140.74%	364.00	108.26%		
15	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D2	05/07/2017	02/08/2017	28	4"	8"	2	392.89	280.0	140.32%	364.00	107.94%		

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 118.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L3-D2.

$f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3-D2					
EDAD	PROMEDIO $f^c$ (%)	PROMEDIO SIN FIBRA $f^c$ (%)	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f^{cr}$ (%)	PROMEDIO $f^{cr}$ SIN FIBRA (%)
1	39.13	44.77	87.41	30.10	34.44
3	107.22	112.14	95.61	82.48	86.26
7	122.73	140.79	87.17	94.41	108.30
14	130.64	165.78	78.80	100.49	127.52
28	140.02	178.45	78.46	107.71	137.27

Fuente: Elaboración propia (2018).

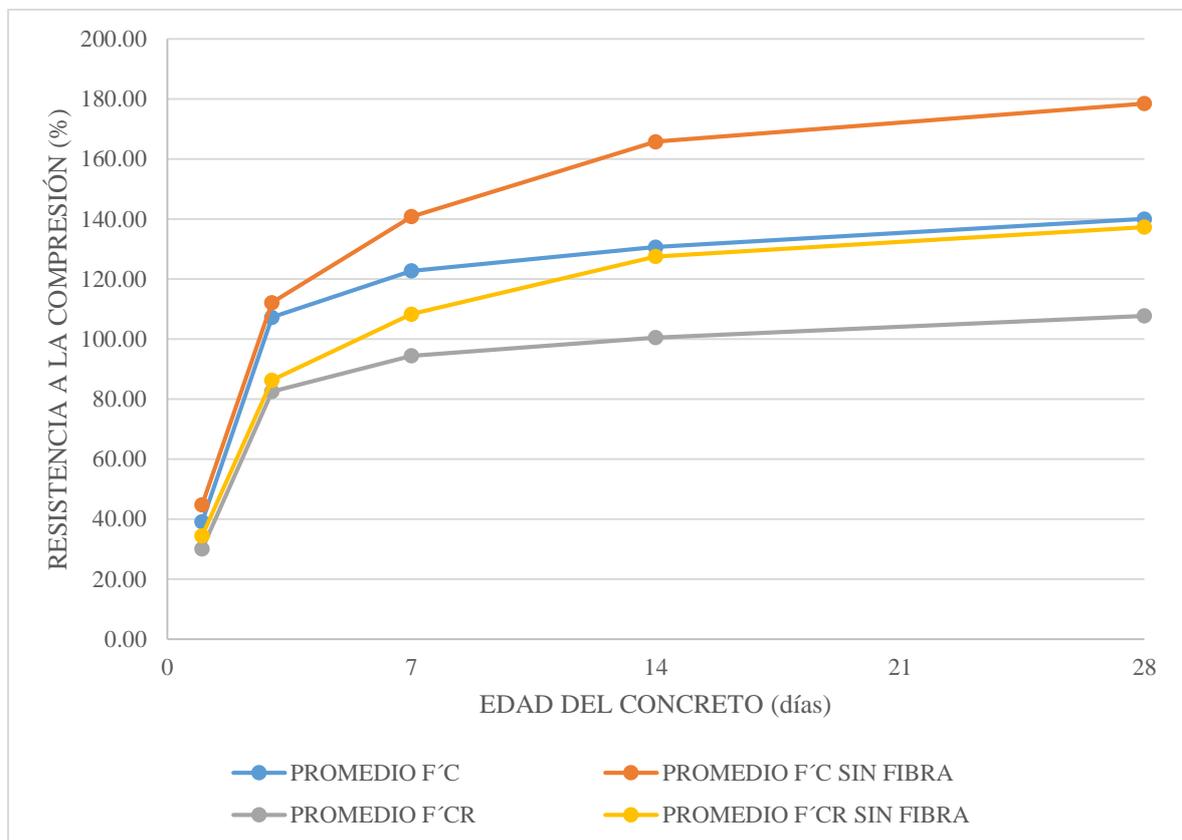


Figura 52. Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L3-D2.

Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 119.**Resultados de ensayos realizados a testigos de concreto con una combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L3-D3

ITEM	DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIMENSIONES DEL TESTIGO		TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (%)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (%)	PROMEDIO f'cr(kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO f'cr(%)
					DIÁMETRO	ALTURA								
1	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	05/07/2017	06/07/2017	1	4"	8"	2	80.10	280.0	28.61%	364.00	22.01%	81.81	22.48%
2	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	05/07/2017	06/07/2017	1	4"	8"	3	81.88	280.0	29.24%	364.00	22.49%		
3	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	05/07/2017	06/07/2017	1	4"	8"	2	83.46	280.0	29.81%	364.00	22.93%		
4	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	05/07/2017	08/07/2017	3	4"	8"	4	244.62	280.0	87.36%	364.00	67.20%	246.51	67.72%
5	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	05/07/2017	08/07/2017	3	4"	8"	2	246.96	280.0	88.20%	364.00	67.85%		
6	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	05/07/2017	08/07/2017	3	4"	8"	5	247.94	280.0	88.55%	364.00	68.12%		
7	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	05/07/2017	12/07/2017	7	4"	8"	2	324.09	280.0	115.75%	364.00	89.04%	325.26	89.36%
8	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	05/07/2017	12/07/2017	7	4"	8"	3	324.80	280.0	116.00%	364.00	89.23%		
9	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	05/07/2017	12/07/2017	7	4"	8"	5	326.90	280.0	116.75%	364.00	89.81%		
10	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	05/07/2017	19/07/2017	14	4"	8"	2	372.24	280.0	132.94%	364.00	102.26%	376.46	103.42%
11	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	05/07/2017	19/07/2017	14	4"	8"	2	378.27	280.0	135.10%	364.00	103.92%		
12	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	05/07/2017	19/07/2017	14	4"	8"	2	378.87	280.0	135.31%	364.00	104.09%		
13	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	05/07/2017	02/08/2017	28	4"	8"	2	398.80	280.0	142.43%	364.00	109.56%	404.76	111.20%
14	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	05/07/2017	02/08/2017	28	4"	8"	2	406.44	280.0	145.16%	364.00	111.66%		
15	f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> L3-D3	05/07/2017	02/08/2017	28	4"	8"	2	409.05	280.0	146.09%	364.00	112.38%		

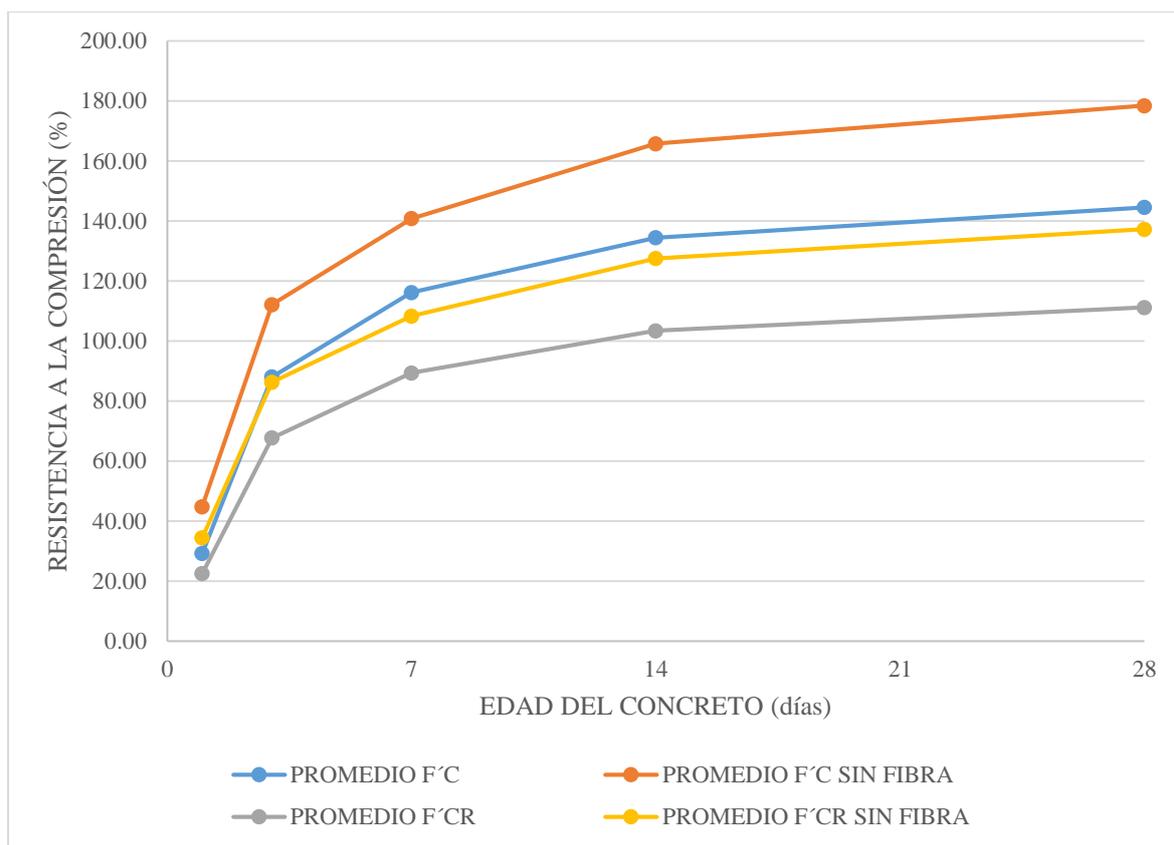
Fuente: Elaboración propia (2018).

**Tabla 120.**

Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L3-D3.

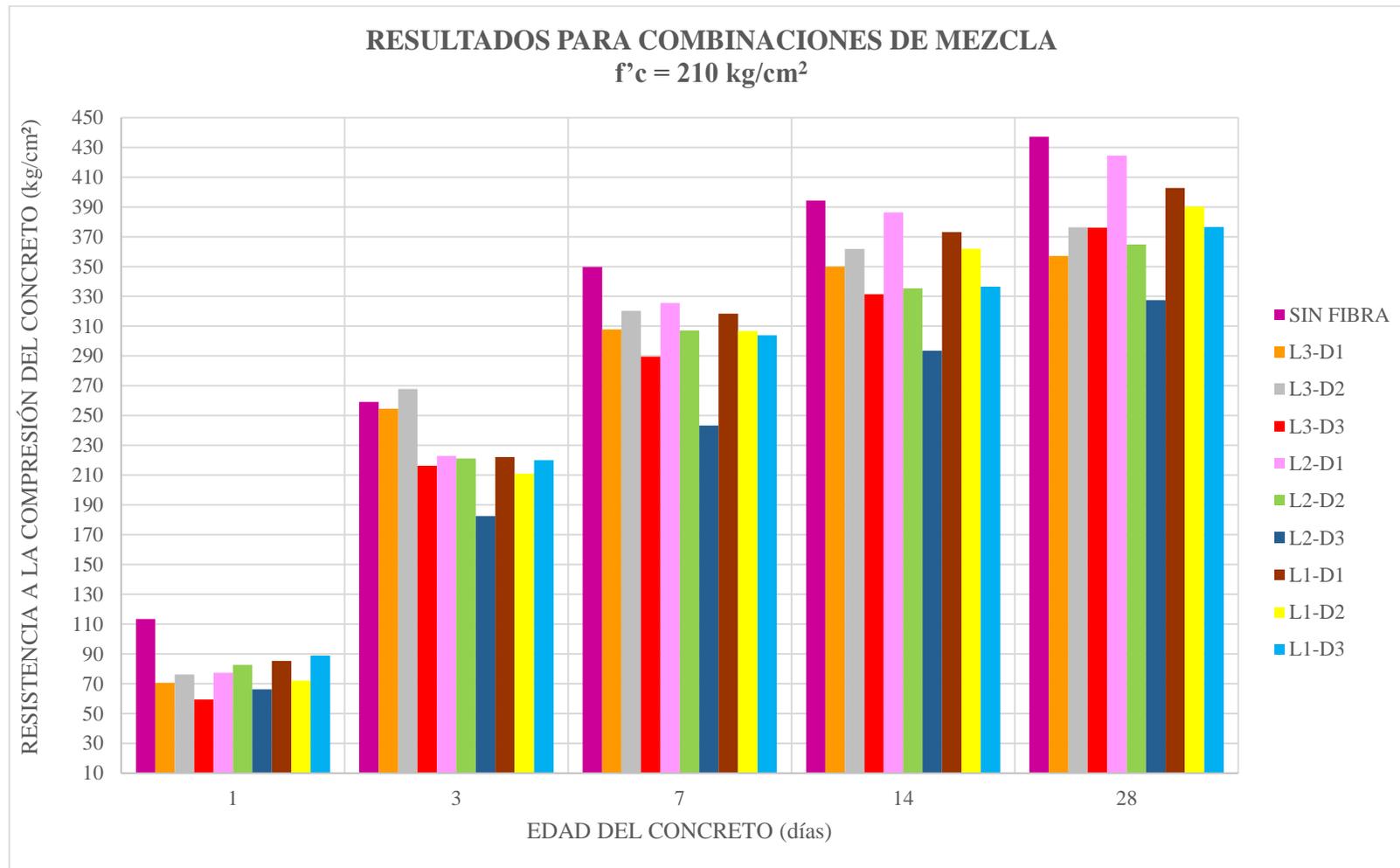
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3-D3					
EDAD	PROMEDIO $f'c$ (%)	PROMEDIO SIN FIBRA $f'c$ (%)	VALOR PORCENTUAL RESPECTO A LA MUESTRA PATRÓN(%)	PROMEDIO $f'cr$ (%)	PROMEDIO $f'cr$ SIN FIBRA (%)
1	29.22	44.77	65.27	22.48	34.44
3	88.04	112.14	78.51	67.72	86.26
7	116.17	140.79	82.51	89.36	108.30
14	134.45	165.78	81.10	103.42	127.52
28	144.56	178.45	81.01	111.20	137.27

Fuente: Elaboración propia (2018).

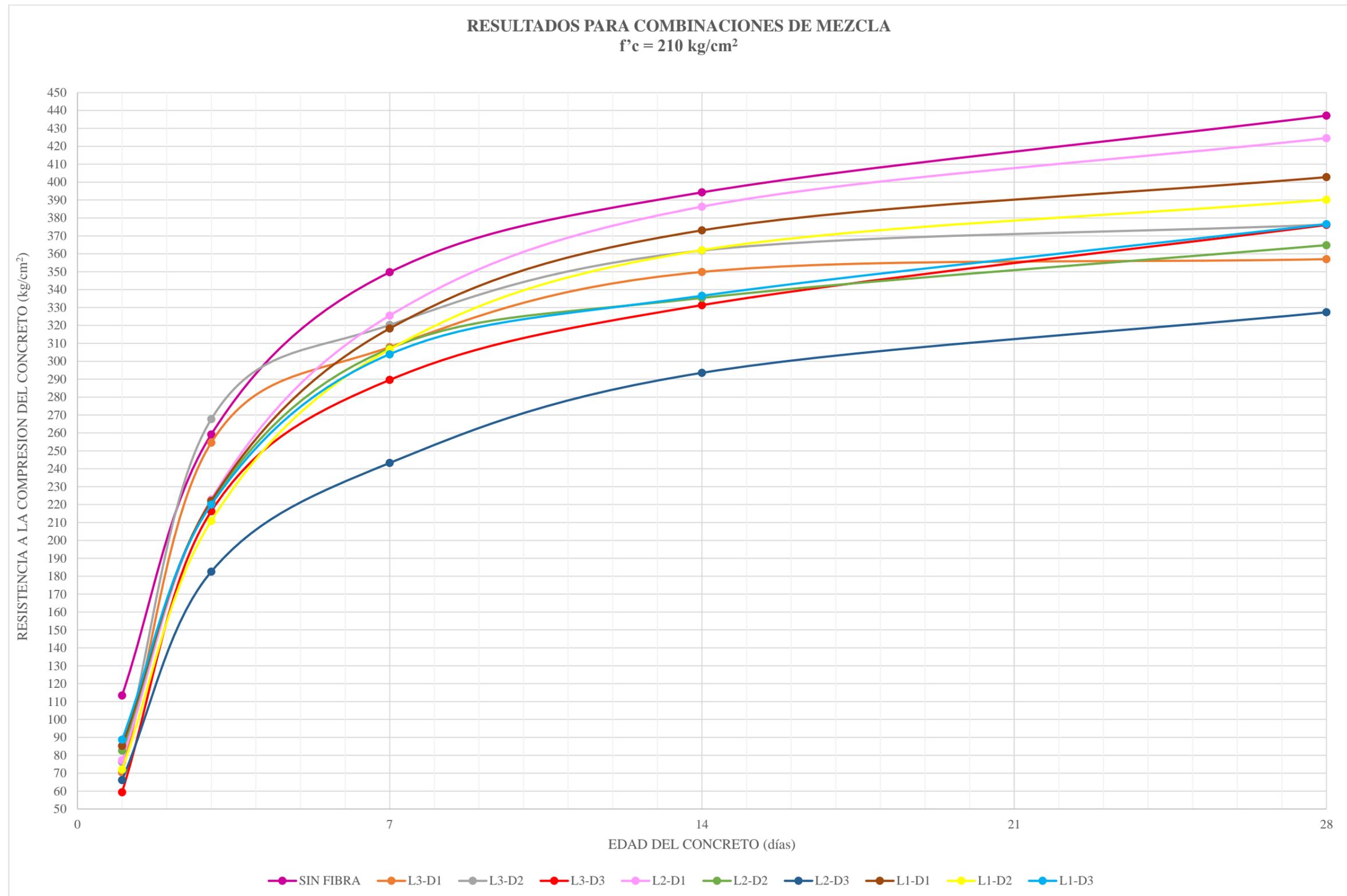


**Figura 53.** Valores porcentuales de los resultados obtenidos en resistencia a la compresión especificada y resistencia a la compresión promedio requerida de la combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L3-D3.

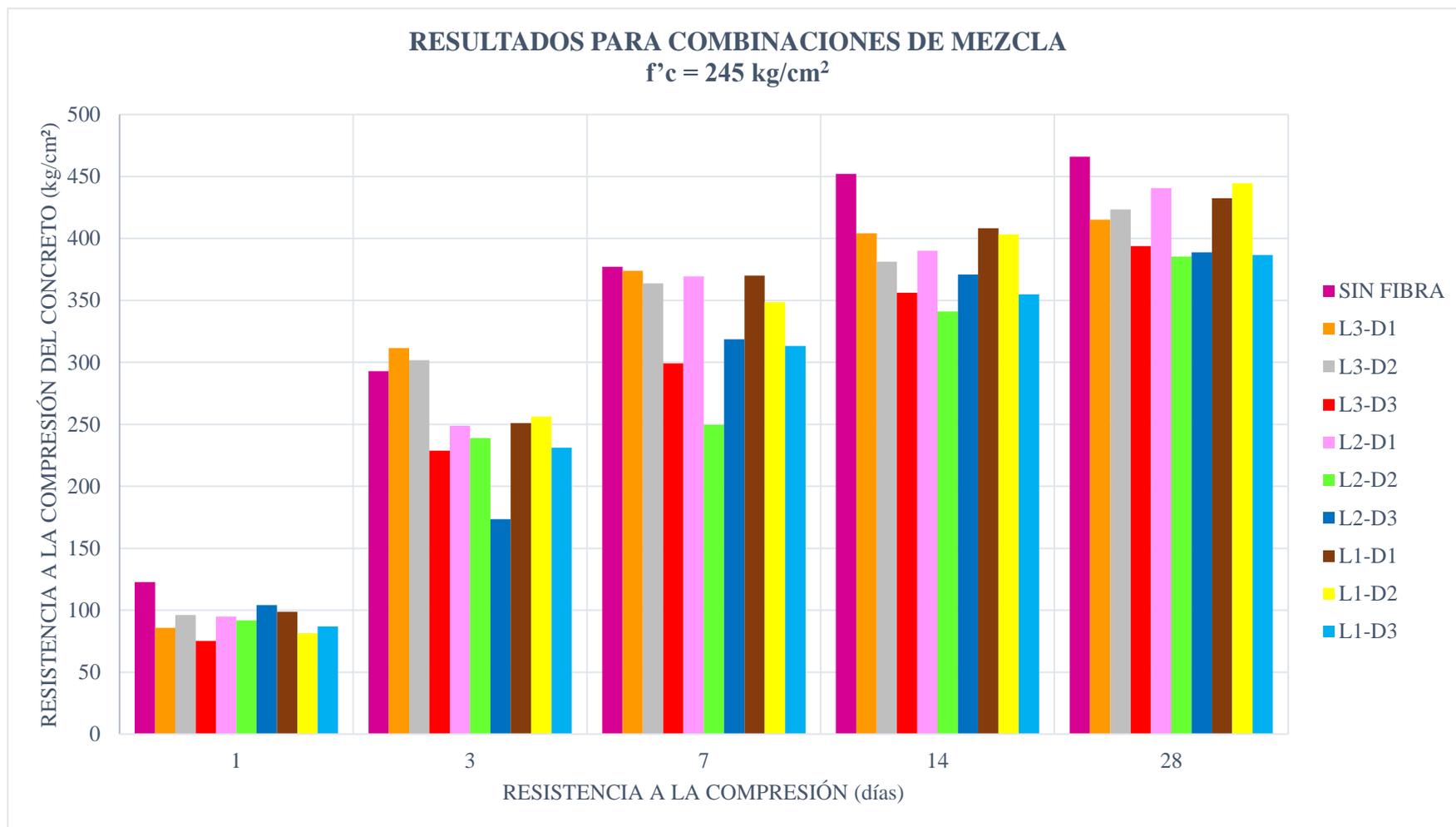
Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 73.** Análisis de los resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión (Rotura de Probetas) de todas las combinaciones de mezcla f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>. Fuente: Elaboración propia (2018).

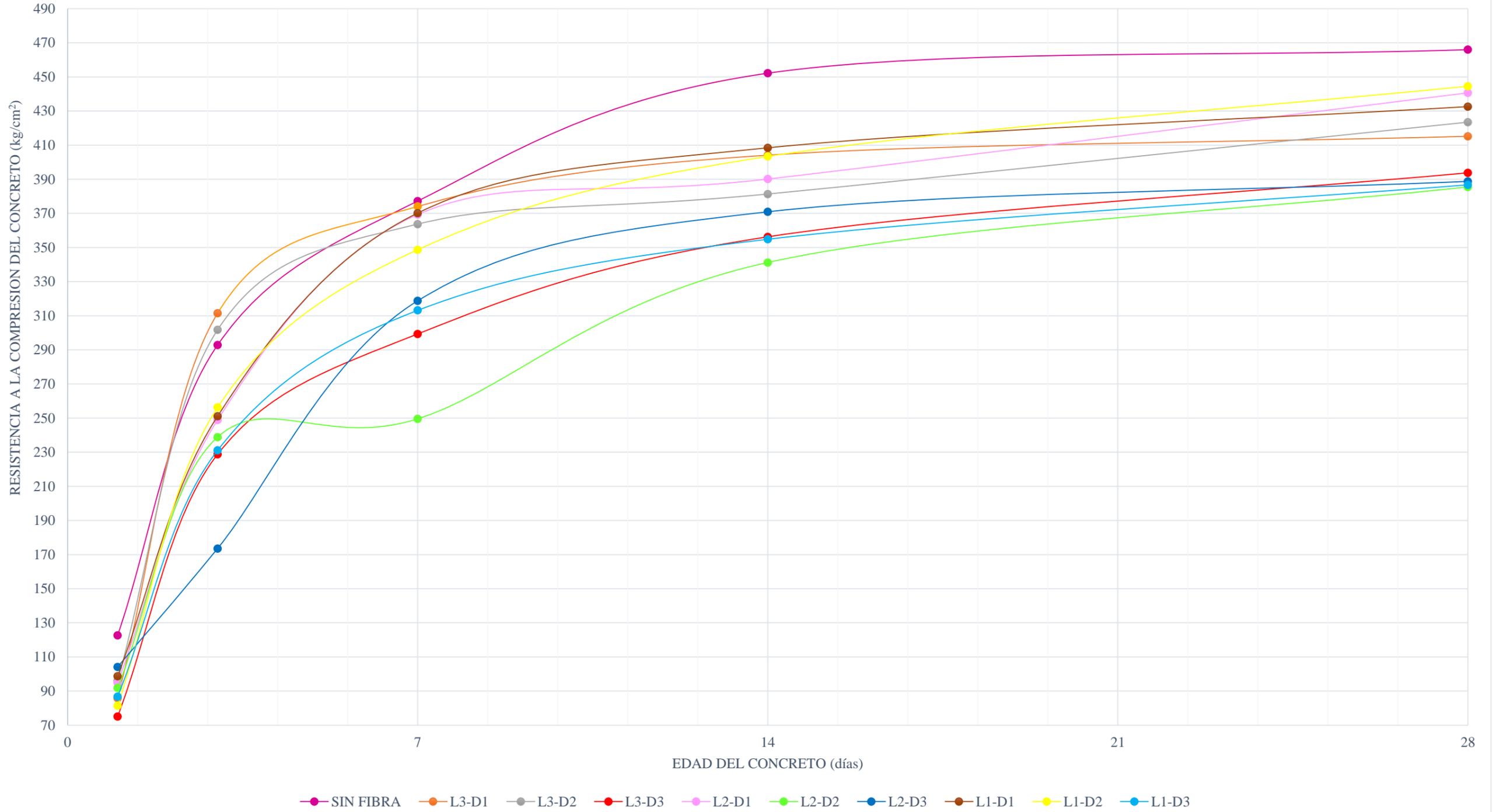


**Gráfica 74.** Análisis de los resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión (Rotura de Probetas) de todas las combinaciones de mezcla f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

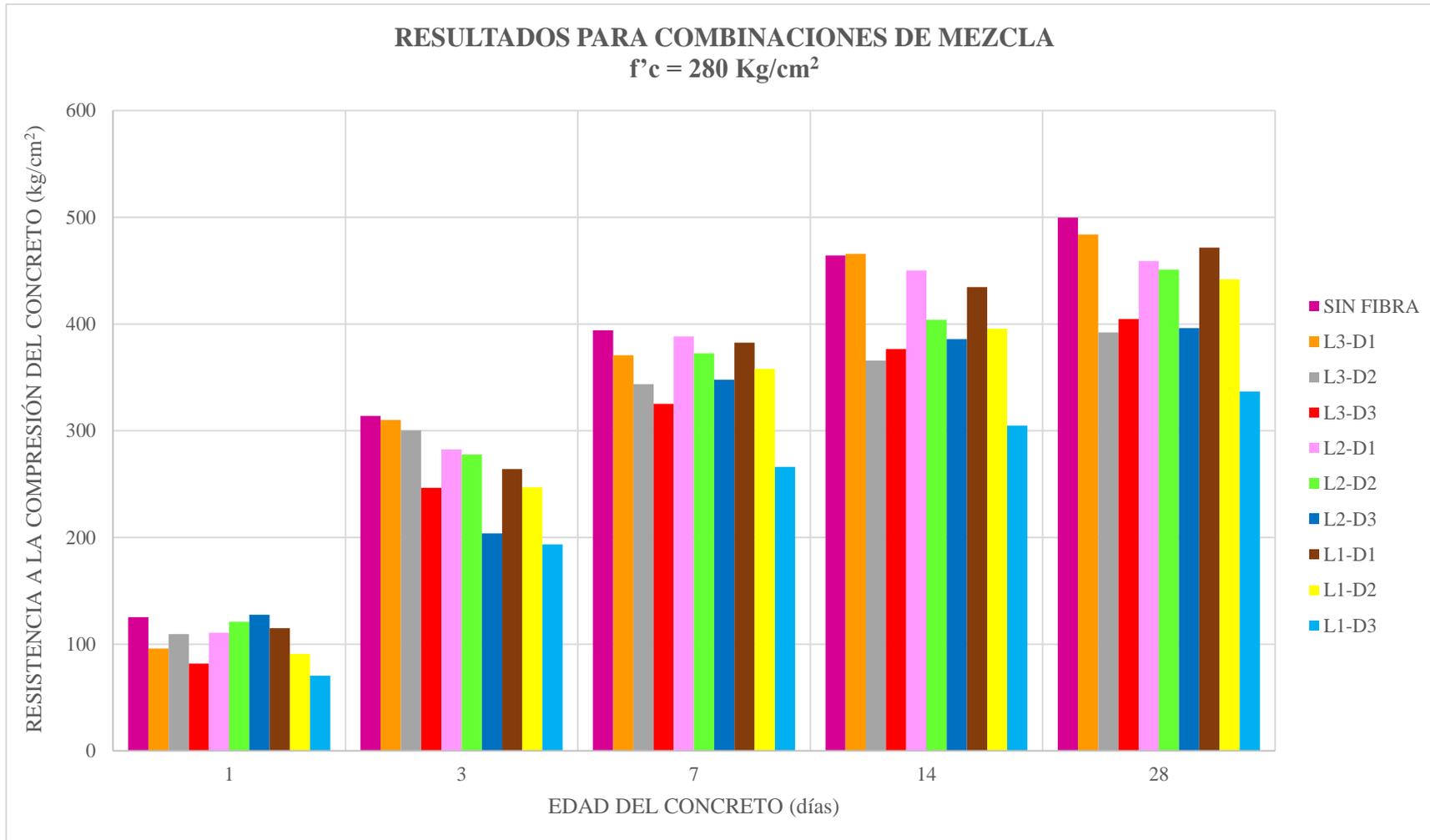


Gráfica 75. Análisis de los resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión (Rotura de Probetas) de todas las combinaciones de mezcla f'c = 245 kg/cm<sup>2</sup>. Fuente: Elaboración propia (2018).

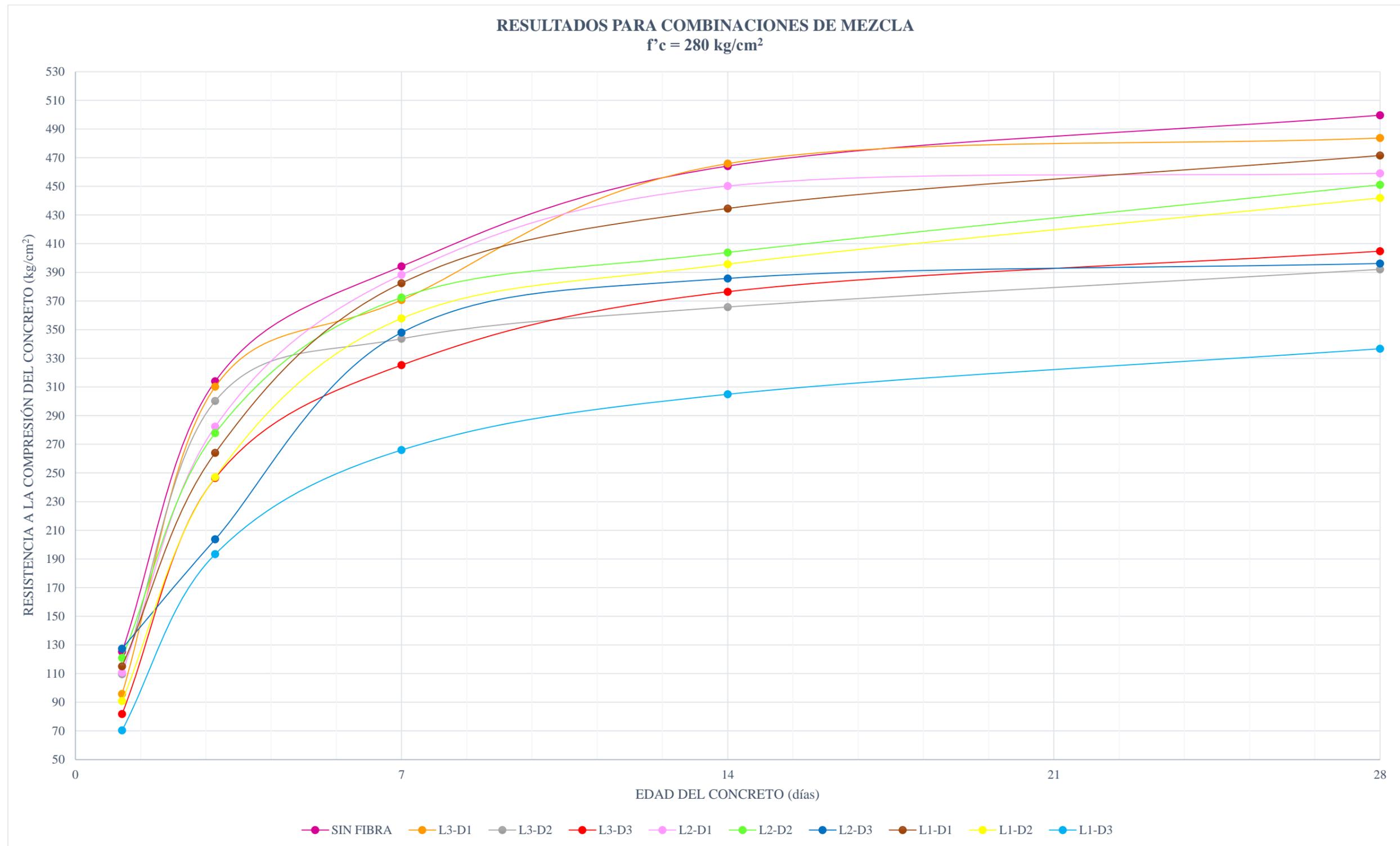
RESULTADOS PARA COMBINACIONES DE MEZCLA  
 $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$



**Gráfica 76.** Análisis de los resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión (Rotura de Probetas) de todas las combinaciones de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .  
 Fuente: Elaboración propia (2018).



Gráfica 77. Análisis de los resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión (Rotura de Probetas) de todas las combinaciones de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . Fuente: Elaboración propia (2018).



**Gráfica 78.** Análisis de los resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión (Rotura de Probetas) de todas las combinaciones de mezcla f'c = 280 Kg/cm<sup>2</sup>.  
Fuente: Elaboración propia (2018).

#### 4.1.1.6. Resultados de Ensayos realizado en estado plástico del Concreto

##### 4.1.1.6.1. Control de fisuras en losas aligeradas con la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA

**Tabla 121.**

Resultado del control de fisura realizados a la combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  SIN FIBRA

FECHA: nov-17	N° DE FISURAS	HORA	ESPESOR (mm)			LONGITUD (mm)	T° AMB.(°C)	T° CONCRETO(°C)	VELOC. VIENTO (m/s)	HUMEDAD RELATIVA (%)
			SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR					
INICIO DE COLOCADO		09:40:00 a.m.					12.80	22.40	0.4	40%
FIN DE COLOCADO		10:06:00 a.m.					12.90	18.30	0.9	41%
	F1	10:34:00 a.m.	0.05	0.05	0.05	5.00	15.20	20.40	0.4	38%
	F2	10:39:00 a.m.	0.20	0.20	0.20	20.00	15.10	21.40	0.4	38%
	F3	10:41:00 a.m.	0.10	0.10	0.10	66.00	14.10	19.80	0.4	41%
	F4	10:55:00 a.m.	0.10	0.10	0.10	31.00	16.50	20.70	0.8	36%
	F5	11:08:00 a.m.	0.25	0.25	0.25	140.00	15.70	18.80	0.4	37%
	F6	11:17:00 a.m.	0.10	0.10	0.10	110.00	15.80	17.30	1.3	38%
	F7	11:23:00 a.m.	0.15	0.15	0.15	121.00	15.70	18.20	0.4	38%
	F8	11:28:00 a.m.	0.05	0.05	0.05	23.00	15.70	18.30	0.4	38%
	F9	11:31:00 a.m.	0.10	0.10	0.10	60.00	15.70	20.40	0.4	38%
	F10	11:41:00 a.m.	0.10	0.10	0.10	18.00	16.70	21.20	3.1	35%
	F11	11:42:00 a.m.	0.10	0.10	0.10	53.00	16.50	19.80	2.2	36%
	F12	11:46:00 a.m.	0.20	0.20	0.20	70.00	16.10	24.40	2.2	36%
	F13	11:48:00 a.m.	0.10	0.10	0.10	36.00	16.00	23.30	1.8	37%
	F14	11:58:00 a.m.	0.25	0.25	0.25	72.00	16.70	23.90	0.9	35%
	F15	12:02:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	30.00	16.90	24.30	0.9	36%
	F16	12:05:00 p.m.	0.15	0.15	0.15	47.00	17.06	24.70	1.1	35%
	F17	12:09:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	15.00	17.30	23.20	1.8	35%
	F18	12:13:00 p.m.	0.10	0.10	0.10	30.00	17.70	23.50	0.4	34%
	F19	12:19:00 p.m.	0.10	0.10	0.10	50.00	18.10	22.80	0.9	32%
	F20	12:21:00 p.m.	0.10	0.10	0.10	40.00	18.20	23.00	1.3	32%
	F21	12:28:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	20.00	18.20	23.20	1.3	32%
Σ	21	114	2.45	2.45	2.45	1057.00				
PROMEDIO			0.12	0.12	0.12	50.33				

Fuente: Elaboración propia (2018).

#### 4.1.1.6.2. Control de fisuras en losas aligeradas con la combinación de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2-D1

**Tabla 122.**

Resultado del control de fisura realizados a la combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L2-D1

FECHA:	N° DE FISURAS	HORA	ESPESOR (mm)			LONGITUD (mm)	T° AMB.(°C)	T° CONCRETO(°C)	VELOC. VIENTO (m/s)	HUMEDAD RELATIVA (%)
			SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR					
nov-17										
INICIO DE COLOCADO		10:24:00 a.m.					14.30	20.90	0.9	39%
FIN DE COLOCADO		10:39:00 a.m.					14.80	21.20	0.9	38%
	F1	11:20:00 a.m.	0.35	0.35	0.35	12.10	15.67	22.50	0.8	37%
	F2	11:30:00 a.m.	0.05	0.30	0.05	175.00	15.94	23.40	0.6	38%
	F3	11:39:00 a.m.	0.05	0.05	0.05	40.00	16.00	23.30	1	37%
	F4	11:52:00 a.m.	0.05	0.05	0.05	17.00	16.40	23.80	0.8	37%
	F5	12:05:00 p.m.	0.25	0.25	0.25	150.00	17.06	24.00	1.1	35%
	F6	12:05:00 p.m.	0.10	0.10	0.10	112.00	17.06	24.00	1.1	35%
	F7	12:11:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	10.00	17.10	24.60	0.9	35%
	F8	12:14:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	15.00	17.30	24.00	0.6	33%
	F9	12:20:00 p.m.	0.10	0.10	0.10	115.00	18.17	24.00	0.6	32%
	F10	12:24:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	40.00	18.30	24.50	1	33%
	F11	12:25:00 p.m.	0.10	0.10	0.10	56.00	18.40	25.00	1.1	32%
	F12	12:34:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	40.00	18.20	25.20	0.9	31%
	F13	12:37:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	25.00	18.60	26.00	0.8	30%
	F14	01:01:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	35.00	19.17	26.30	1	28%
	F15	01:01:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	50.00	19.17	26.30	1	28%
	F16	01:05:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	20.00	19.44	26.00	0.8	26%
	F17	01:25:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	10.00	19.00	24.00	1.4	27%
	F18	01:27:00 p.m.	0.10	0.10	0.10	30.00	19.10	23.60	1.2	26%
	F19	01:29:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	50.00	19.10	24.00	1.1	27%
	F20	01:41:00 p.m.	0.15	0.15	0.15	40.00	20.00	20.00	0.6	26%
Σ	20	114	1.80	2.05	1.80	1042.10				
PROMEDIO			0.09	0.10	0.09	52.11				

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.1.1.6.3. Control de fisuras en losas aligeradas con la combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  SIN FIBRA

Tabla 123.

Resultado del control de fisura realizados a la combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  SIN FIBRA

FECHA: nov-17	N° DE FISURAS	HORA	ESPESOR (mm)			LONGITUD (mm)	T° AMB.(°C)	T° CONCRETO(°C)	VELOC. VIENTO (m/s)	HUMEDAD RELATIVA (%)
			SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR					
INICIO DE COLOCADO		11:26:00 a.m.					17.1	21.1	0.4	32%
FIN DE COLOCADO		11:38:00 a.m.					18.1	22.2	0.9	32%
	F1	12:32:00 p.m.	0.15	0.15	0.15	20.00	18.2	24.4	1.3	32%
	F2	12:33:00 p.m.	0.45	0.45	0.45	150.00	18.6	25.3	3.1	32%
	F3	12:34:00 p.m.	0.10	0.40	0.10	95.00	18.7	25.5	0.9	31%
	F4	12:35:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	18.00	18.7	25.5	0.7	31%
	F5	12:35:00 p.m.	0.35	0.35	0.35	70.00	18.7	25.5	0.4	31%
	F6	12:35:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	75.00	18.7	25.5	0.4	31%
	F7	12:35:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	25.00	18.7	25.5	0.4	31%
	F8	12:35:00 p.m.	0.40	0.40	0.25	260.00	18.7	25.5	0.4	31%
	F9	12:35:00 p.m.	0.40	0.40	0.40	85.00	18.7	25.5	0.4	31%
	F10	12:35:00 p.m.	0.35	0.35	0.35	65.00	18.7	25.5	0.4	31%
	F11	12:35:00 p.m.	0.40	0.40	0.40	120.00	18.7	25.5	0.4	31%
	F12	12:35:00 p.m.	0.30	0.30	0.30	98.00	18.7	25.5	0.4	31%
	F13	12:35:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	25.00	18.7	25.5	0.4	31%
	F14	12:35:00 p.m.	0.25	0.25	0.25	35.00	18.7	25.5	0.4	31%
	F15	12:38:00 p.m.	0.20	0.35	0.05	145.00	18.9	26.2	2.2	31%
	F16	12:38:00 p.m.	0.15	0.15	0.15	40.00	18.9	26.2	2.2	31%
	F17	12:38:00 p.m.	0.20	0.20	0.20	30.00	18.9	26.2	2.2	31%
	F18	12:38:00 p.m.	0.15	0.15	0.15	25.00	18.9	27.5	2.2	31%
	F19	12:43:00 p.m.	0.30	0.30	0.30	120.00	18.8	27.4	3.1	30%
	F20	12:46:00 p.m.	0.30	0.30	0.30	205.00	18.8	26.4	2.2	29%
	F21	12:46:00 p.m.	0.35	0.35	0.05	120.00	18.9	26.4	2.2	29%
	F22	12:47:00 p.m.	0.30	0.30	0.30	80.00	18.9	26.6	1.8	29%
	F23	12:47:00 p.m.	0.45	0.45	0.45	254.00	18.9	26.6	1.8	29%
	F24	12:47:00 p.m.	0.30	0.30	0.30	68.00	18.9	26.6	1.8	29%
	F25	12:47:00 p.m.	0.25	0.25	0.25	60.00	18.9	26.6	1.8	29%
	F26	12:47:00 p.m.	0.25	0.25	0.25	95.00	18.9	26.6	1.8	29%
	F27	12:47:00 p.m.	0.35	0.35	0.35	530.00	18.9	26.6	1.8	29%
	F28	12:48:00 p.m.	0.25	0.25	0.25	63.00	18.9	26.0	0.8	31%
	F29	12:50:00 p.m.	0.05	0.20	0.20	175.00	18.9	26.2	1.1	28%
	F30	12:52:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	30.00	18.9	26.0	1	28%
	F31	12:53:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	30.00	18.9	26.0	1	28%
	F32	12:58:00 p.m.	0.35	0.35	0.35	101.00	18.9	26.0	0.8	29%
	F33	01:00:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	35.00	19.1	26.3	1.1	28%
	F34	01:06:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	35.00	19.4	26.0	0.8	26%
	F35	01:07:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	40.00	19.4	25.8	1.3	26%
	F36	01:08:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	20.00	19.4	25.0	1.1	26%
	F37	01:11:00 p.m.	0.10	0.10	0.10	45.00	19.0	25.0	1.1	26%
	F38	01:11:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	30.00	19.0	25.0	1.1	26%
	F39	01:15:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	35.00	19.2	24.0	1.4	26%
	F40	01:16:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	25.00	19.2	25.2	1.3	26%
	F41	01:17:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	58.00	19.2	25.3	1.2	26%
	F42	01:18:00 p.m.	0.10	0.10	0.10	45.00	19.2	25.0	1.3	26%
	F43	01:20:00 p.m.	0.10	0.10	0.10	45.00	19.1	25.0	1.1	26%
	F44	01:22:00 p.m.	0.10	0.10	0.10	61.00	19.0	25.1	1	26%
	F45	01:25:00 p.m.	0.10	0.10	0.10	45.00	19.0	25.0	1.4	27%
	F46	01:25:00 p.m.	0.25	0.25	0.25	70.00	19.0	25.0	1.4	27%
	F47	01:28:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	33.00	19.1	25.2	1.2	27%
	F48	01:39:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	20.00	19.2	25.0	0.6	26%
	F49	01:41:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	43.00	19.6	26.2	0.6	26%
	F50	01:43:00 p.m.	0.10	0.10	0.10	30.00	20.0	26.0	0.8	26%
	F51	01:44:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	90.00	20.1	25.7	0.8	26%
	F52	01:44:00 p.m.	0.10	0.10	0.10	125.00	20.1	25.7	0.8	26%
	F53	01:45:00 p.m.	0.10	0.10	0.10	60.00	20.1	26.0	0.8	26%
	F54	01:55:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	50.00	20.2	26.0	1.4	26%
	F55	02:00:00 p.m.	0.35	0.35	0.35	70.00	20.6	26.1	1.4	25%
	F56	02:08:00 p.m.	0.10	0.10	0.10	40.00	20.7	26.0	1.3	25%
	F57	02:11:00 p.m.	0.15	0.15	0.15	25.00	20.8	27.0	0.8	25%
	F58	02:23:00 p.m.	0.15	0.15	0.15	32.00	21.0	26.0	1	23%
	F59	02:55:00 p.m.	0.20	0.20	0.20	92.00	21.2	26.0	0.8	21%
	F60	03:00:00 p.m.	0.15	0.15	0.15	77.00	21.6	26.1	1.7	20%
	F61	03:03:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	30.00	21.5	26.2	1	19%
	F62	03:06:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	20.00	21.7	26.0	1.1	19%
Σ	62	208	10.55	11.15	10.10	4738.00				
PROMEDIO			0.17	0.18	0.16	76.42				

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.1.1.6.4. Control de fisuras en losas aligeradas con la combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1-D2

Tabla 124.

Resultado del control de fisura realizados a la combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1-D2

FECHA:	N° DE FISURAS	HORA	ESPESOR (mm)			LONGITUD (mm)	T° AMB.(°C)	T° CONCRETO(°C)	VELOC. VIENTO (m/s)	HUMEDAD RELATIVA (%)
			SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR					
nov-17										
INICIO DE COLOCADO		12:05:00 p.m.					17.1	21.0	1.1	35%
FIN DE COLOCADO		12:18:00 p.m.					17.8	22.0	0.8	32%
	F1	12:41:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	60.00	18.9	22.5	1.1	30%
	F2	12:55:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	20.00	18.9	23.0	0.6	29%
	F3	01:00:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	30.00	19.1	26.3	1.1	28%
	F4	01:02:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	20.00	19.2	26.0	1.0	26%
	F5	01:06:00 p.m.	0.10	0.10	0.10	40.00	19.4	26.0	0.8	26%
	F6	01:07:00 p.m.	0.15	0.15	0.15	20.00	19.4	25.8	1.3	26%
	F7	01:11:00 p.m.	0.10	0.10	0.10	50.00	19.0	25.0	1.1	26%
	F8	01:11:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	14.00	19.0	25.0	1.1	26%
	F9	01:11:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	35.00	19.0	25.0	1.1	26%
	F10	01:11:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	25.00	19.0	25.0	1.1	26%
	F11	01:13:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	15.00	19.2	25.1	1.0	26%
	F12	01:13:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	45.00	19.2	25.1	1.0	26%
	F13	01:20:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	30.00	19.1	25.0	1.1	26%
	F14	01:20:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	20.00	19.1	25.0	1.1	26%
	F15	01:20:00 p.m.	0.20	0.20	0.20	38.00	19.1	25.0	1.1	26%
	F16	01:20:00 p.m.	0.20	0.20	0.20	50.00	19.1	25.0	1.1	26%
	F17	01:20:00 p.m.	0.15	0.15	0.15	35.00	19.1	25.0	1.1	26%
	F18	01:22:00 p.m.	0.10	0.10	0.10	27.00	19.0	25.1	1.0	26%
	F19	01:22:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	52.00	19.0	25.1	1.0	26%
	F20	01:22:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	60.00	19.0	25.1	1.0	26%
	F21	01:22:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	50.00	19.0	25.1	1.0	26%
	F22	01:22:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	100.00	19.0	25.1	1.0	26%
	F23	01:22:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	35.00	19.0	25.1	1.0	26%
	F24	01:29:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	25.00	19.1	25.5	1.1	27%
	F25	01:29:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	20.00	19.1	25.5	1.1	27%
	F26	01:29:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	20.00	19.1	25.5	1.1	27%
	F27	01:29:00 p.m.	0.35	0.35	0.35	10.00	19.1	25.5	1.1	27%
	F28	01:29:00 p.m.	0.10	0.10	0.10	45.00	19.1	25.5	1.1	27%
	F29	01:29:00 p.m.	0.05	0.05	0.05	30.00	19.1	25.5	1.1	27%
Σ	29	131	2.45	2.45	2.45	1021.00				
PROMEDIO			0.08	0.08	0.08	35.21				

Fuente: Elaboración propia (2018).

**4.1.1.6.5. Control de fisuras en losas aligeradas con la combinación de mezcla f'c = 280 kg/cm² SIN FIBRA**

**Tabla 125.**

Resultado del control de fisura realizados a la combinación de mezcla f'c = 280 kg/cm² SIN FIBRA

FECHA: Nov-17	N° DE FISURAS	HORA	ESPESOR (mm)			LONGITUD (mm)	T° AMB.(°C)	T° CONCRETO(°C)	VELOC. VIENTO (m/s)	HUMEDAD RELATIVA (%)
			SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR					
INICIO DE COLOCADO		12:35:00					18.7	21.0	0.8	31%
FIN DE COLOCADO		12:48:00					18.9	22.0	0.8	29%
F1		13:31:00	0.05	0.05	0.05	60.00	19.1	22.5	1.1	27%
F2		13:31:00	0.15	0.15	0.15	120.00	19.1	22.5	1.1	27%
F3		13:31:00	0.10	0.10	0.10	190.00	19.1	22.5	1.1	27%
F4		13:31:00	0.10	0.10	0.10	40.00	19.1	22.5	1.1	27%
F5		13:33:00	0.05	0.05	0.05	290.00	19.0	23.0	1.1	27%
F6		13:33:00	0.05	0.05	0.05	24.00	19.0	23.0	1.1	27%
F7		13:33:00	0.05	0.05	0.05	30.00	19.0	23.0	1.1	27%
F8		13:33:00	0.35	0.35	0.35	15.00	19.0	23.0	1.1	27%
F9		13:36:00	0.25	0.25	0.25	60.00	19.1	23.2	1.1	27%
F10		13:36:00	0.15	0.15	0.15	90.00	19.1	23.2	1.1	27%
F11		13:36:00	0.15	0.15	0.15	30.00	19.1	23.2	1.1	27%
F12		13:36:00	0.15	0.15	0.15	160.00	19.1	23.2	1.1	27%
F13		13:36:00	0.15	0.15	0.15	130.00	19.1	23.2	1.1	27%
F14		13:36:00	0.20	0.20	0.20	180.00	19.1	23.2	1.1	27%
F15		13:36:00	0.50	0.50	0.50	300.00	19.1	23.2	1.1	27%
F16		13:36:00	0.35	0.35	0.35	180.00	19.1	23.2	1.1	27%
F17		13:36:00	0.35	0.35	0.35	290.00	19.1	23.2	1.1	27%
F18		13:37:00	0.40	0.40	0.40	174.00	19.2	23.4	1.0	26%
F19		13:37:00	0.25	0.25	0.25	45.00	19.2	23.4	1.0	26%
F20		13:37:00	0.25	0.25	0.25	210.00	19.2	23.4	1.0	26%
F21		13:42:00	0.05	0.05	0.05	120.00	19.7	24.0	0.6	26%
F22		13:42:00	0.05	0.05	0.05	30.00	19.7	24.0	0.6	26%
F23		13:42:00	0.25	0.25	0.25	65.00	19.7	24.0	0.6	26%
F24		13:42:00	0.40	0.40	0.40	100.00	19.7	24.0	0.6	26%
F25		13:48:00	0.25	0.25	0.25	40.00	20.0	24.3	1.0	25%
F26		13:48:00	0.25	0.25	0.25	60.00	20.0	24.3	1.0	25%
F27		13:48:00	0.50	0.50	0.50	230.00	20.0	24.3	1.0	25%
F28		13:48:00	0.25	0.25	0.25	290.00	20.0	24.3	1.0	25%
F29		13:50:00	0.35	0.35	0.35	70.00	20.4	25.0	1.7	25%
F30		13:50:00	0.40	0.40	0.40	110.00	20.4	25.0	1.7	25%
F31		13:50:00	0.45	0.45	0.45	270.00	20.4	25.0	1.7	25%
F32		13:50:00	0.45	0.45	0.45	300.00	20.4	25.0	1.7	25%
F33		13:50:00	0.35	0.35	0.35	90.00	20.4	25.0	1.7	25%
F34		14:05:00	0.35	0.35	0.35	200.00	20.7	25.2	0.6	25%
F35		14:05:00	0.35	0.35	0.35	200.00	20.7	25.2	0.6	25%
F36		14:05:00	0.80	0.80	0.80	240.00	20.7	25.2	0.6	25%
F37		14:15:00	0.40	0.40	0.40	110.00	21.2	26.0	1.1	23%
F38		14:15:00	0.50	0.50	0.50	146.00	21.2	26.0	1.1	23%
F39		14:15:00	0.80	0.80	0.80	90.00	21.2	26.0	1.1	23%
F40		14:15:00	0.35	0.35	0.35	40.00	21.2	26.0	1.1	23%
F41		14:15:00	0.35	0.35	0.35	100.00	21.2	26.0	1.1	23%
F42		14:15:00	0.30	0.30	0.30	65.00	21.2	26.0	1.1	23%
F43		14:15:00	0.30	0.30	0.30	80.00	21.2	26.0	1.1	23%
F44		14:15:00	0.30	0.30	0.30	305.00	21.2	26.0	1.1	23%
F45		14:15:00	0.30	0.30	0.30	40.00	21.2	26.0	1.1	23%
F46		14:17:00	0.40	0.40	0.40	55.00	21.2	26.2	1.1	23%
F47		14:17:00	0.40	0.40	0.40	45.00	21.2	26.2	1.1	23%
F48		14:17:00	0.25	0.25	0.25	470.00	21.2	26.2	1.1	23%
F49		14:17:00	0.20	0.20	0.20	90.00	21.2	26.2	1.1	23%
F50		14:17:00	0.30	0.30	0.30	60.00	21.2	26.2	1.1	23%
F51		14:17:00	0.15	0.15	0.15	35.00	21.2	26.2	1.1	23%
F52		14:17:00	0.15	0.15	0.15	150.00	21.2	26.2	1.1	23%
F53		14:17:00	0.10	0.10	0.10	25.00	21.2	26.2	1.1	23%
F54		14:20:00	0.10	0.10	0.10	55.00	21.1	26.0	0.8	23%
F55		14:22:00	0.10	0.10	0.10	310.00	21.0	26.1	0.9	23%
F56		14:25:00	0.10	0.10	0.10	80.00	20.9	26.0	1.1	23%
F57		14:26:00	0.25	0.25	0.25	25.00	20.9	26.0	1.0	23%
F58		14:30:00	0.25	0.25	0.25	40.00	20.7	26.1	0.8	23%
F59		14:30:00	0.05	0.05	0.05	40.00	20.7	26.1	0.8	23%
F60		14:31:00	0.05	0.05	0.05	130.00	20.5	25.8	0.9	23%
F61		14:31:00	0.05	0.05	0.05	175.00	20.5	25.8	0.9	23%
F62		14:31:00	0.05	0.05	0.05	76.00	20.5	25.8	0.9	23%
F63		14:31:00	0.05	0.05	0.05	58.00	20.5	25.8	0.9	23%
F64		14:31:00	0.05	0.05	0.05	150.00	20.5	25.8	0.9	23%
F65		14:50:00	0.20	0.20	0.20	15.00	21.2	26.0	0.8	21%
F66		15:05:00	0.20	0.20	0.20	110.00	21.7	26.1	1.1	19%
F67		15:15:00	0.20	0.20	0.20	90.00	22.0	26.2	1.1	19%
Σ	67	147	16.80	16.80	16.80	8293.00				
PROMEDIO			0.25	0.25	0.25	123.78				

Fuente: Elaboración propia (2018).

#### 4.1.1.6.6. Control de fisuras en losas aligeradas con la combinación de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ CON FIBRA

**Tabla 126.**

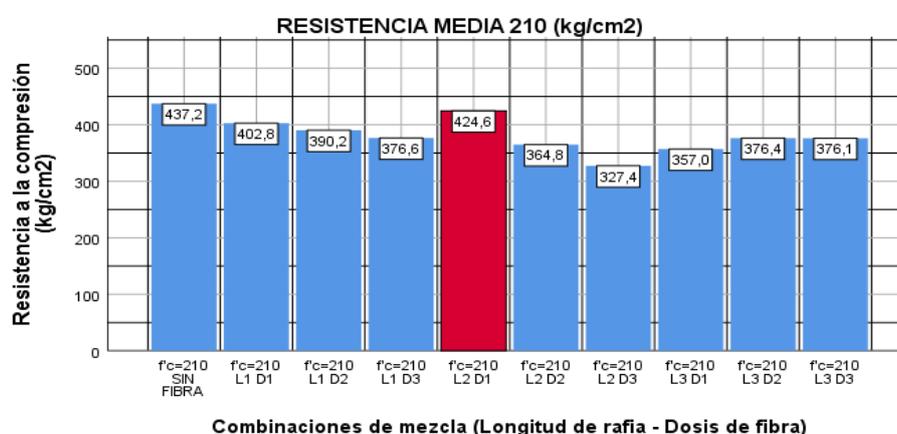
Resultado del control de fisura realizados a la combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L3-D1

FECHA: Nov-17	N° DE FISURAS	HORA	ESPESOR (mm)			LONGITUD (mm)	T° AMB.(°C)	T° CONCRETO(°C)	VELOC. VIENTO (m/s)	HUMEDAD RELATIVA (%)
			SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR					
INICIO DE COLOCADO		13:05:00					17.1	21.0	1.1	26%
FIN DE COLOCADO		13:22:00					17.8	22.0	0.8	26%
	F1	14:37:00	0.20	0.20	0.20	70.00	20.5	23.0	1.1	25%
	F2	14:37:00	0.80	0.80	0.80	410.00	20.5	23.0	1.1	25%
	F3	14:38:00	0.40	0.40	0.40	225.00	21.1	24.0	1.0	23%
	F4	14:38:00	0.30	0.30	0.30	150.00	21.1	24.0	1.0	23%
	F5	15:05:00	0.10	0.10	0.10	90.00	21.7	26.1	1.1	19%
	F6	15:10:00	0.10	0.10	0.10	30.00	21.9	26.2	0.8	19%
	F7	15:40:00	0.20	0.20	0.20	65.00	21.2	26.5	2.5	28%
	F8	15:40:00	0.20	0.20	0.20	225.00	21.2	26.5	2.5	28%
	F9	15:40:00	0.10	0.10	0.10	150.00	21.2	26.5	2.5	28%
Σ	9	138	2.40	2.40	2.40	1415.00				
PROMEDIO			0.27	0.27	0.27	157.22				

Fuente: Elaboración propia (2018).

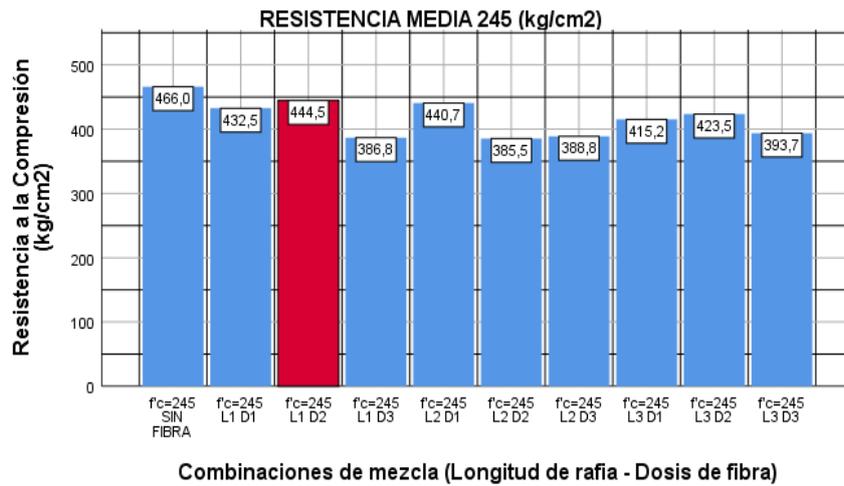
#### 4.1.2. Estadística Descriptiva

Para el diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , se comparó la resistencia promedio a la compresión de todas las combinaciones de mezcla incluyendo a la mezcla sin fibra, encontrando que la combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L2 - D1 es la que muestra una mayor resistencia promedio y por eso se eligió para ser analiza en la fisuración por contracción plástica, dado que a los 28 días obtiene una resistencia semejante a la muestra patrón.



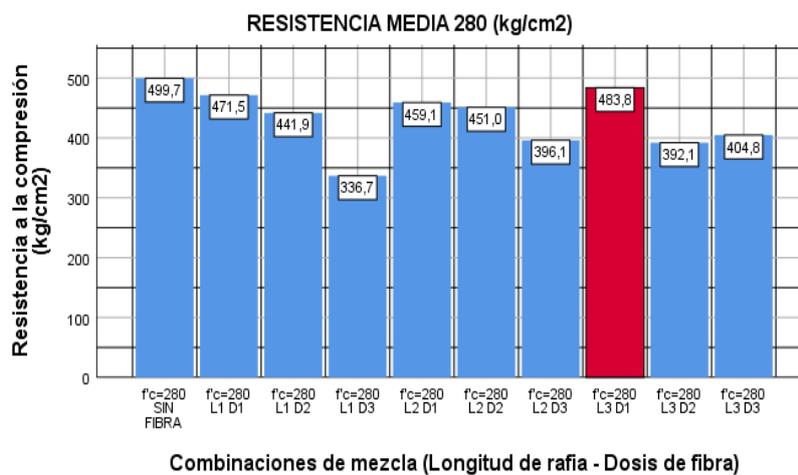
*Gráfica 79.* Análisis de la resistencia media para combinaciones de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Fuente: Elaboración propia (2018).

Para el diseño de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , se comparó la resistencia promedio a la compresión de todas las combinaciones de mezcla incluyendo a la mezcla sin fibra, encontrando que la combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1 – D2 es la que muestra una mayor resistencia promedio y por eso se eligió para ser analiza en la fisuración por contracción plástica, dado que a los 28 días obtiene una resistencia semejante a la muestra patrón



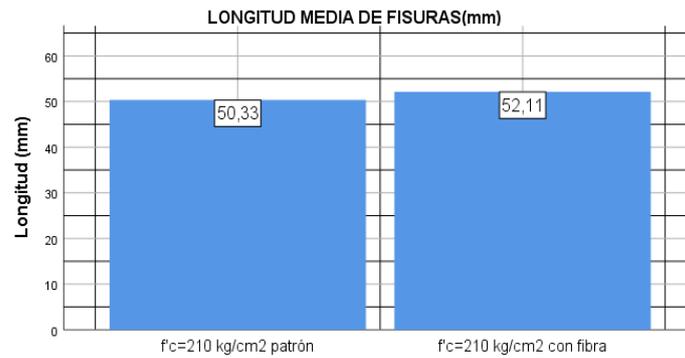
**Gráfica 80.** Análisis de la resistencia media para combinaciones de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .  
Fuente: Elaboración propia (2018).

Para el diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , se comparó la resistencia promedio a la compresión de todas las combinaciones de mezcla incluyendo a la mezcla sin fibra, encontrando que la combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L3 - D1 es la que muestra una mayor resistencia promedio y por eso se eligió para ser analiza en la fisuración por contracción plástica, dado que a los 28 días obtiene una resistencia semejante a la muestra patrón



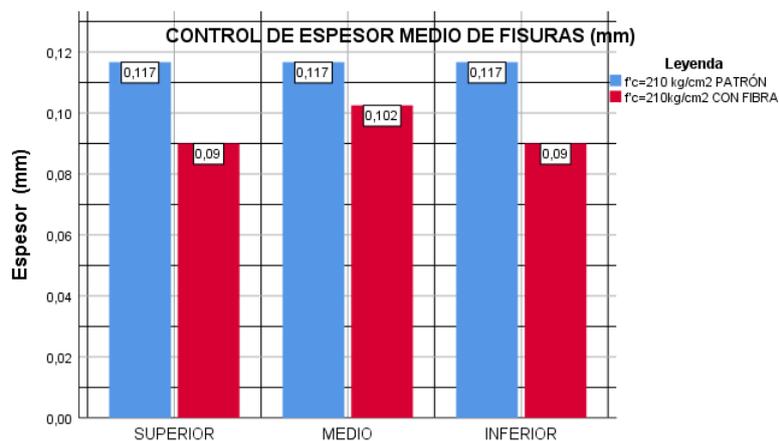
**Gráfica 81.** Análisis de la resistencia media para combinaciones de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .  
Fuente: Elaboración propia (2018).

Para el diseño de mezcla  $f'c = 210$  ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), se comparó la longitud media de fisuras en la combinación  $f'c=210$   $\text{kg}/\text{cm}^2$  L2-D1 con la mezcla patrón, encontrando que la combinación de la mezcla patrón presenta menor longitud media de fisuras respecto a la mezcla con fibra.



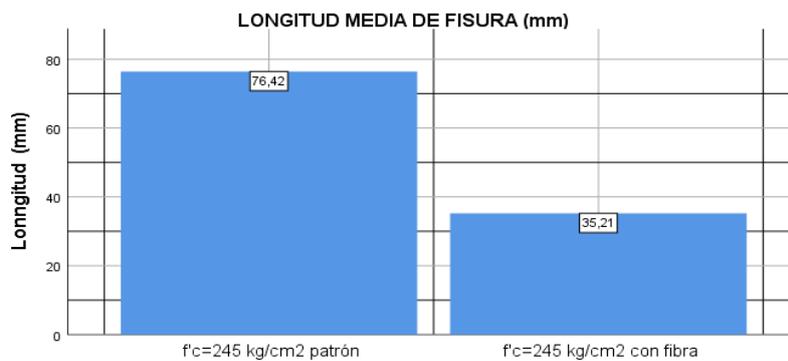
**Gráfica 82.** Análisis de la longitud media de la fisuración por contracción plástica para combinaciones de mezcla  $f'c = 210$   $\text{kg}/\text{cm}^2$ .  
Fuente: Elaboración propia (2018).

Para el diseño de mezcla  $f'c = 210$  ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), se comparó el espesor medio de fisuras en la combinación  $f'c=210$   $\text{kg}/\text{cm}^2$  L2-D1 con la mezcla patrón, encontrando que la combinación de la mezcla con fibra presenta menor espesor medio de fisuras respecto a la mezcla patrón.



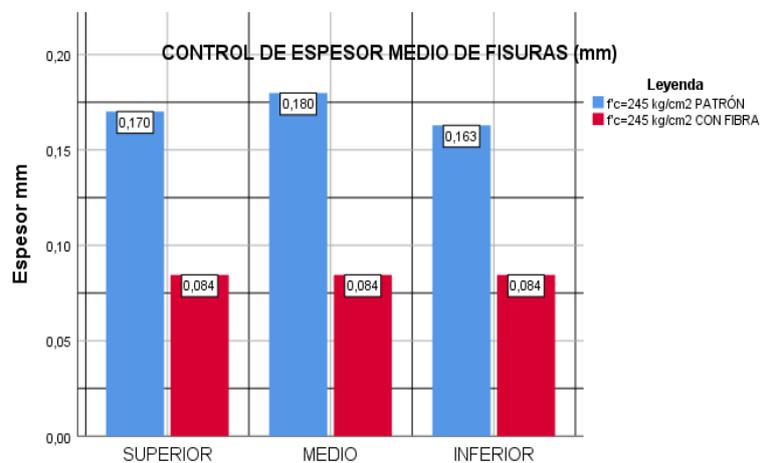
**Gráfica 83.** Análisis de espesor medio de las fisuras por contracción plástica para combinaciones de mezcla  $f'c = 210$   $\text{kg}/\text{cm}^2$ .  
Fuente: Elaboración propia (2018).

Para el diseño de mezcla  $f'c = 245$  ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), se comparó la longitud media de fisuras en la combinación  $f'c=245$   $\text{kg}/\text{cm}^2$  L1-D2 con la mezcla patrón, encontrando que la combinación de la mezcla patrón presente mayor longitud media de fisuras respecto a la mezcla con fibra.



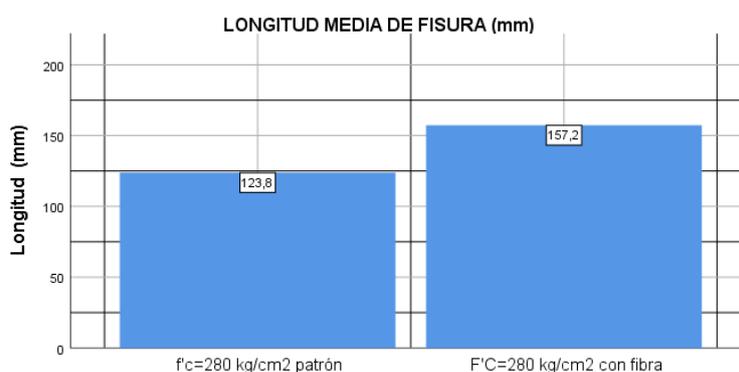
**Gráfica 84.** Análisis de la longitud media de las fisuras por contracción plástica para combinaciones de mezcla  $f'c = 245$   $\text{kg}/\text{cm}^2$ .  
Fuente: Elaboración propia (2018).

Para el diseño de mezcla  $f'c = 245$  ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), se comparó el espesor medio de fisuras en la combinación  $f'c=245$   $\text{kg}/\text{cm}^2$  L1-D2 con la mezcla patrón, encontrando que la combinación de la mezcla con fibra presenta menor espesor medio de fisuras respecto a la mezcla patrón.



**Gráfica 85.** Análisis de espesor medio de las fisuras por contracción plástica para combinaciones de mezcla  $f'c = 245$   $\text{kg}/\text{cm}^2$ .  
Fuente: Elaboración propia (2018).

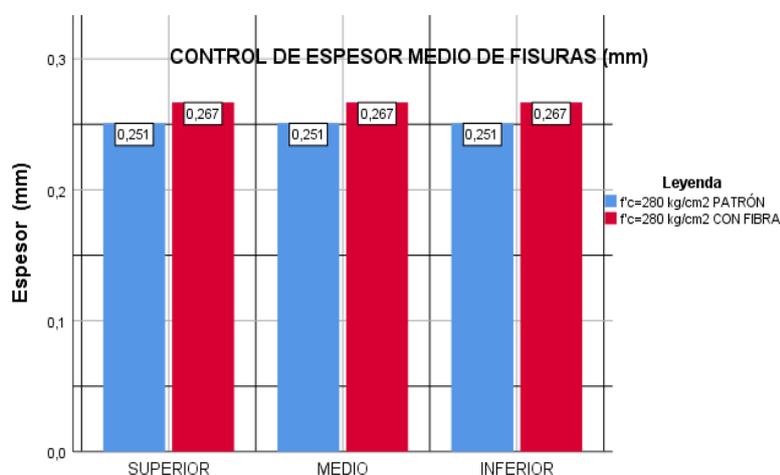
Para el diseño de mezcla  $f'c = 280$  ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), se comparó la longitud media de fisuras en la combinación  $f'c=280$   $\text{kg}/\text{cm}^2$  L3-D1 con la mezcla patrón, encontrando que la combinación de la mezcla patrón presenta menor longitud media de fisuras respecto a la mezcla con fibra.



**Gráfica 86.** Análisis de la longitud media de las fisuras por contracción plástica para combinaciones de mezcla  $f'c = 280$   $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

Fuente: Elaboración propia (2018).

Para el diseño de mezcla  $f'c = 280$  ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), se comparó el espesor medio de fisuras en la combinación  $f'c=280$   $\text{kg}/\text{cm}^2$  L3-D1 con la mezcla patrón, encontrando que la combinación de la mezcla con fibra presenta mayor espesor medio de fisuras respecto a la mezcla patrón.



**Gráfica 87.** Análisis de espesor medio de las fisuras por contracción plástica para combinaciones de mezcla  $f'c = 280$   $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

Fuente: Elaboración propia (2018).

#### 4.1.3. Prueba de normalidad para poblaciones de la investigación

Con la finalidad de determinar la prueba estadística a utilizar para contrastar las hipótesis específicas y la general se contrastó si las poblaciones en estudio siguen una distribución normal aplicando la prueba no paramétrica de Shapiro Wilk planteando las siguientes hipótesis estadísticas:

Ho: Las poblaciones siguen distribución Normal

H1: Las poblaciones no siguen distribución Normal

**Tabla 127.**

*Prueba de normalidad de resistencia al concreto de Hipótesis general*

<b>Pruebas de normalidad</b>			
Shapiro-Wilk			
Resistencia (%)	0.845	9	0.065

Fuente: Elaboración propia

En relación a los datos obtenidos no se rechaza Ho (Sig > 0.05) por tanto las poblaciones de resistencia de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PATRÓN (muestra sin fibra) y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  siguen una distribución normal.

#### **Análisis de la Tabla 127**

Tal como se muestra en la tabla 127. la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk realizada a los datos de resistencia al concreto muestra el valor de 0.065 que está por encima del nivel de significancia ( $\alpha$ ) al 5%. Este valor demuestra y corrobora que los datos siguen una distribución normal.

**Tabla 128.**  
*Prueba de normalidad fisura de Hipótesis general*

		Pruebas de normalidad		
		Shapiro-Wilk		
GRUPO		Estadístico	gl	Sig.
f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> PATRON	ESPESOR SUPERIOR (mm)	0.824	21	0.002
	ESPESOR MEDIO (mm)	0.824	21	0.002
	ESPESOR INFERIOR (mm)	0.824	21	0.002
	LONGITUD (mm)	0.883	21	0.017
f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> CON FIBRA	ESPESOR SUPERIOR (mm)	0.584	20	0.000
	ESPESOR MEDIO (mm)	0.643	20	0.000
	ESPESOR INFERIOR (mm)	0.584	20	0.000
	LONGITUD (mm)	0.782	20	0.000
f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> PATRON	ESPESOR SUPERIOR (mm)	0.841	62	0.000
	ESPESOR MEDIO (mm)	0.850	62	0.000
	ESPESOR INFERIOR (mm)	0.837	62	0.000
	LONGITUD (mm)	0.632	62	0.000
f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> CON FIBRA	ESPESOR SUPERIOR (mm)	0.584	29	0.000
	ESPESOR MEDIO (mm)	0.584	29	0.000
	ESPESOR INFERIOR (mm)	0.584	29	0.000
	LONGITUD (mm)	0.881	29	0.004
f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> PATRON	ESPESOR SUPERIOR (mm)	0.904	67	0.000
	ESPESOR MEDIO (mm)	0.904	67	0.000
	ESPESOR INFERIOR (mm)	0.904	67	0.000
	LONGITUD (mm)	0.872	67	0.000
f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> CON FIBRA	ESPESOR SUPERIOR (mm)	0.753	9	0.006
	ESPESOR MEDIO (mm)	0.753	9	0.006
	ESPESOR INFERIOR (mm)	0.753	9	0.006
	LONGITUD (mm)	0.885	9	0.177

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

### **Análisis de la Tabla 128**

Tal como se muestra en la tabla 128. la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk realizada a las poblaciones de fisura muestra que casi todos los valores no siguen una distribución normal debido a que los valores obtenidos están por debajo del nivel de significancia ( $\alpha$ ) al 5%. Lo que los datos no siguen una distribución normal.

Sin embargo; para las poblaciones de longitud (mm) de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  patrón y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con fibra cuyos valores (0.017 y 0.177) se encuentran por encima del nivel de significancia ( $\alpha$ ) al 5% lo que indica que siguen una distribución normal

**Tabla 129.**

*Prueba de normalidad para las poblaciones de resistencia por combinación  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*

		Pruebas de normalidad			
		Shapiro-Wilk			
Descripción					
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	SIN FIBRA	Resistencia ( $\text{kg/cm}^2$ )	0.902	3	0.391
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	L1-D1	Resistencia ( $\text{kg/cm}^2$ )	0.929	3	0.485
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	L1-D2	Resistencia ( $\text{kg/cm}^2$ )	0.973	3	0.684
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	L1-D3	Resistencia ( $\text{kg/cm}^2$ )	0.986	3	0.770
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	L2-D1	Resistencia ( $\text{kg/cm}^2$ )	0.787	3	0.084
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	L2-D2	Resistencia ( $\text{kg/cm}^2$ )	0.996	3	0.878
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	L2-D3	Resistencia ( $\text{kg/cm}^2$ )	0.783	3	0.076
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	L3-D1	Resistencia ( $\text{kg/cm}^2$ )	0.962	3	0.625
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	L3-D2	Resistencia ( $\text{kg/cm}^2$ )	0.975	3	0.696
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	L3-D3	Resistencia ( $\text{kg/cm}^2$ )	0.981	3	0.734

Fuente: Elaboración propia

En relación a los datos obtenidos no se rechaza  $H_0$  ( $\text{Sig} > 0.05$ ) por tanto las poblaciones de resistencia de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en cada una de las combinaciones siguen una distribución normal.

### **Análisis de la Tabla 129**

Tal como se muestra en la tabla 129. la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk realizada a los datos de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  muestran que todos los valores se encuentran por encima del nivel de significancia ( $\alpha$ ) al 5%. Estos valores demuestran que los datos siguen una distribución normal.

**Tabla 130.***Prueba de normalidad para las poblaciones de resistencia por combinación  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$* 

Descripción		Pruebas de normalidad		
		Shapiro-Wilk		
$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	0.824	3	0.174
$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1-D1	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	0.859	3	0.264
$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1-D2	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	0.750	3	0.000
$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1-D3	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	0.863	3	0.275
$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2-D1	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	0.791	3	0.094
$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2-D2	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	0.891	3	0.356
$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2-D3	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	0.987	3	0.780
$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L3-D1	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	0.999	3	0.934
$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L3-D2	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	0.871	3	0.298
$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L3-D3	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	0.998	3	0.926

Fuente: Elaboración propia

**Análisis de la Tabla 130**

Tal como se muestra en la tabla 130. la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk realizada a las poblaciones resistencia por combinación  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  muestran que casi todos los valores siguen una distribución normal debido a que los valores obtenidos están por encima del nivel de significancia ( $\alpha$ ) al 5%.

Sin embargo, para la población de resistencia por combinación  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1 - D2 cuyo valor es de 0.000 la cual se encuentra por debajo del nivel de significancia ( $\alpha$ ) al 5% indica que no sigue una distribución normal.

**Tabla 131.***Prueba de normalidad para las poblaciones de resistencia por combinación  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$* 

Descripción		Pruebas de normalidad		
		Shapiro-Wilk		
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	0.948	3	0.560
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1-D1	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	0.917	3	0.443
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1-D2	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	0.983	3	0.750
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1-D3	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	0.872	3	0.301
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2-D1	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	0.881	3	0.328
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2-D2	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	0.991	3	0.814
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2-D3	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	0.926	3	0.475
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3-D1	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	0.951	3	0.575

$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3-D2	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	0.919	3	0.450
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3-D3	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	0.926	3	0.473

Fuente: Elaboración propia

En relación a los datos obtenidos no se rechaza  $H_0$  ( $\text{Sig} > 0.05$ ) por tanto las poblaciones de resistencia de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en cada una de las combinaciones. siguen una distribución normal.

### **Análisis de la Tabla 131**

Tal como se muestra en la tabla 131. la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk realizada a los datos de resistencia  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  muestran que todos los valores se encuentran por encima del nivel de significancia ( $\alpha$ ) al 5%. Estos valores demuestran que los datos siguen una distribución normal.

#### **4.1.4. Prueba de homogeneidad de varianzas para las poblaciones de la investigación**

Se Aplicó la prueba de Levene para determinar si las varianzas de las poblaciones en estudio provienen de la misma población o tienen igual varianza:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2 = \sigma_5^2 = \sigma_6^2 = \sigma_7^2 = \sigma_8^2 = \sigma_9^2 = \sigma_{10}^2$$

$H_1$ : Al menos una de las varianzas es diferente

Se contrastó para los 10 grupos de resistencia con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  obteniendo con SPSS v24.

**Tabla 132.**

*Prueba de homogeneidad de varianzas para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*

<b>Prueba de homogeneidad de varianzas</b>			
Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> ) - 210			
Estadístico de	df1	df2	Sig.
Levene			

2.529	9	20	0.040
-------	---	----	-------

Fuente: Elaboración propia

Todas las varianzas no son iguales (valor  $p = 0.04 < 0.05 = \alpha$ ) en el grupo de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 133.**

*Prueba de homogeneidad de varianzas para  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$*

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

Resistencia ( $\text{kg/cm}^2$ ) - 245

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
1.644	9	20	0.170

Fuente: Elaboración propia

Todas las varianzas son iguales (valor  $p = 0.17 > 0.05 = \alpha$ ) en el grupo de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 134.**

*Prueba de homogeneidad de varianzas para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$*

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

Resistencia ( $\text{kg/cm}^2$ ) - 280

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
2.170	9	20	0.072

Fuente: Elaboración propia

Todas las varianzas son iguales (valor  $p = 0.72 > 0.05 = \alpha$ ) en el grupo de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

## 4.2. Prueba de Hipótesis

### 4.2.1. Hipótesis General

Para contrastar la hipótesis general planteada como, “El uso de las Fibras Sintéticas de rafia influyen significativamente en la resistencia a la compresión del concreto y fisuración por contracción plástica, en losas aligeradas de  $f'c = 210, 245, 280 \text{ kg/cm}^2$  - Huancayo – 2017”, se aplicó la prueba paramétrica T de student, debido a que la población en estudio sigue

distribución normal. Además, se realizaron dos pruebas estadísticas para las dimensiones resistencia y fisuración.

#### 4.2.1.1. Prueba de hipótesis a dimensión resistencia

**H<sub>0</sub>:** La resistencia promedio a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 210, 245$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  no supera a resistencia del diseño a 100% ( $\mu \leq 100$ )

**H<sub>1</sub>:** La resistencia promedio a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 210, 245$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  supera a resistencia del diseño a 100% ( $\mu > 100$ )

Se utilizó SPSS V24 para el análisis de datos, obteniendo los resultados de la tabla.

**Tabla 135.**  
*Prueba de muestra única para  $f'c = 210, 245$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$*

Prueba de muestra única						
Valor de prueba = 100						
					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Resistencia (%)	20.844	8	0.000	37.47754	33.3313	41.6238

Fuente: Elaboración propia

Por los resultados obtenidos, se rechaza la hipótesis nula (valor  $p = 0,00 < \alpha = 0,05$ ) por lo que se prueba que la resistencia promedio a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 210, 245$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  supera a resistencia del diseño a 100% ( $\mu > 100$ ).

#### 4.2.1.2. Prueba de Hipótesis a dimensión fisura

Para realizar la prueba de hipótesis a la dimensión fisura, se realizó la contrastación a sus indicadores espesor y longitud.

##### Prueba de hipótesis al indicador espesor

Se plantearon las siguientes hipótesis estadísticas:

H<sub>0</sub>: El espesor (superior, medio e inferior) de las fisuras presentes en las losas aligeradas con muestra patrón es mayor o igual al espesor (superior, medio e inferior) de las fisuras presentes en losas aligeradas con fibra  $f'c = 210, 245, 280 \text{ kg/cm}^2$  - Huancayo – 2017”

H<sub>1</sub>: El espesor (superior, medio e inferior) de las fisuras presentes en las losas aligeradas con muestra patrón es menor al espesor (superior, medio e inferior) de las fisuras presentes en losas aligeradas con fibra  $f'c = 210, 245, 280 \text{ kg/cm}^2$  - Huancayo – 2017”.

**Tabla 136.**

*Estadísticos de prueba para  $f'c = 210, 245$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  para espesores de fisuras ocasionadas por contracción plástica*

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>			
	ESPESOR SUPERIOR (mm)	ESPESOR MEDIO (mm)	ESPESOR INFERIOR (mm)
U de Mann-Whitney	2603.000	2637.500	2645.500
W de Wilcoxon	4314.000	4348.500	4356.500
Z	-4.604	-4.504	-4.496
Sig. asintótica (bilateral)	0.000	0.000	0.000

a. Variable de agrupación: MUESTRA

Fuente: Elaboración propia

Por los resultados obtenidos aplicando SPSS v24, los tres niveles de espesor (superior, medio e inferior) de las fisuras

presentes en las losas aligeradas con muestra patrón son menores que los espesores de las fisuras presentes en las losas aligeradas con fibra  $f'c = 210, 245, 280 \text{ kg/cm}^2$  al 5% de significancia (Valor  $p = 0,00 < 0,05 = \alpha$ , se rechaza  $H_0$ ), lo que demuestra que las losas de concreto aligerado con muestra patrón muestran mejor comportamiento.

### Prueba de hipótesis al indicador longitud

Se plantearon las siguientes hipótesis estadísticas:

$H_0$ : La longitud de fisuras de las losas de concreto aligerado patrón es mayor o igual a la longitud de las losas de concreto aligerado con fibra  $f'c = 210, 245, 280 \text{ kg/cm}^2$ .

$H_1$ : La longitud de fisuras de las losas de concreto aligerado patrón es menor a la longitud de las losas de concreto aligerado con fibra  $f'c = 210, 245, 280 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 137.**

*Estadísticos de prueba para  $f'c = 210, 245$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  para longitud de fisuras ocasionadas por contracción plástica*

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>	
	LONGITUD (mm)
U de Mann-Whitney	2875.500
W de Wilcoxon	4586.500
Z	-3.791
Sig. asintótica (bilateral)	0.000

a. Variable de agrupación: MUESTRA

Fuente: Elaboración propia

La longitud de fisuras en las losas de concreto aligerado patrón es mayor que las fisuras en las losas de concreto aligerado con fibra  $f'c = 210, 245, 280 \text{ kg/cm}^2$  al 5% de significancia (Valor  $p$

=  $0,00 < 0,05 = \alpha$ ), lo que demuestra que las losas de concreto aligerado con fibra  $f'c = 210, 245, 280 \text{ kg/cm}^2$  muestran menor longitud de fisuras a las losas patrón.

Con estas pruebas se contrasta la hipótesis general “El uso de las Fibras Sintéticas de rafia influyen significativamente en la resistencia a la compresión del concreto y fisuración por contracción plástica, en losas aligeradas de  $f'c = 210, 245, 280 \text{ kg/cm}^2$  - Huancayo – 2017”.

#### **4.2.2. Prueba de hipótesis específicas**

Para contrastar la hipótesis, planteada como “El uso de las Fibras Sintéticas de rafia influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 210, 245, 280 \text{ kg/cm}^2$  – Huancayo – 2017” se aplicó la prueba paramétrica t de student de una media poblacional. Se analizó y se contrastó para cada nivel de fuerza que las siguientes hipótesis estadísticas:

##### **Para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

Ho: La resistencia promedio a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  no supera a resistencia del diseño a 100% ( $\mu \leq 100$ )

H1: La resistencia promedio a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  supera a resistencia del diseño a 100% ( $\mu > 100$ )

Se utilizó SPSS V24 para el análisis de datos, obteniendo los resultados de la tabla adjunta.

**Tabla 138.**

*Prueba de muestra única  $f'c = 210, 245$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$*

Prueba de muestra única			
f'c	Valor de prueba = 100		
	t	gl	Sig. (bilateral)
210	15.672	29	,000

Fuente: Elaboración propia

Por los resultados obtenidos, se rechaza la hipótesis nula (valor  $p = 0 < \alpha = 0,05$ ) por lo que se prueba que la resistencia promedio a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  supera a resistencia del diseño a 100% ( $\mu > 100$ ).

También se determinó la mejor combinación de diseño de mezcla aplicando la prueba de Análisis de Varianza (ANOVA) debido a que los grupo o tratamientos cumplen con los requisitos de normalidad, son muestras independientes.

Para la prueba ANOVA se planteó las siguientes hipótesis:

Ho: Los promedios de resistencia de las 10 combinaciones son iguales

H1: Al menos uno de los promedios de resistencia de las 10 combinaciones es diferente.

Por los resultados de la tabla ANOVA, obtenido del SPSS v24, se rechaza la hipótesis nula (valor sig=0.0 < 0.05 =  $\alpha$ ), lo que nos indica que al menos uno de los promedios es diferente.

**Tabla 139.**  
Prueba Anova  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

ANOVA					
Resistencia a la compresión del concreto ( $\text{kg/cm}^2$ )					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	28013.598	9	3112.622	261.178	0.000
Dentro de grupos	238.352	20	11.918		
Total	28251.950	29			

Fuente: Elaboración propia

Ahora determinamos cuál de los promedios es distinto, se eligió la combinación 5 que tuvo el mayor promedio, después del promedio patrón, en este caso  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L2 - D1, como se muestra en la tabla de resumen descriptivo, tiene un promedio de 424,56 y desviación estándar de 4,22.

**Tabla 140.**  
Resumen estadístico para combinaciones de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Descriptivos								
Resistencia a la compresión del concreto ( $\text{kg/cm}^2$ )								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA	3	437.1567	2.58554	1.49276	430.7338	443.5795	435.17	440.08
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1 - D1	3	402.8233	1.09455	.63194	400.1043	405.5423	401.60	403.71
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1 - D2	3	390.2267	1.29770	.74923	387.0030	393.4503	389.07	391.63
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1 - D3	3	376.5633	7.46384	4.30925	358.0221	395.1045	369.67	384.49
<b><math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> L2 - D1</b>	<b>3</b>	<b>424.5600</b>	<b>4.22160</b>	<b>2.43734</b>	<b>414.0730</b>	<b>435.0470</b>	<b>421.94</b>	<b>429.43</b>
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2 - D2	3	364.8167	1.39787	.80706	361.3442	368.2892	363.37	366.16
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2 - D3	3	327.3733	3.41193	1.96988	318.8976	335.8490	325.27	331.31
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3 - D1	3	357.0033	3.04856	1.76009	349.4303	364.5764	353.67	359.65
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3 - D2	3	376.3567	3.50951	2.02621	367.6386	385.0748	372.57	379.50
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3 - D3	3	376.1400	.93408	.53929	373.8196	378.4604	375.29	377.14
Total	30	383.3020	31.21226	5.69855	371.6472	394.9568	325.27	440.08

Fuente: Elaboración propia

Al realizar la comparación por pares de medias, para lo cual se aplicó la prueba T3 de Dunnet que se basa en el rango estandarizado, se utiliza cuando las varianzas son diferentes como se demostró en este caso aplicando la prueba de Levene, se observó que la resistencia de esta combinación es

estadísticamente igual al valor de la resistencia de la combinación patrón (Ho:  $\mu_i = \mu_j$  como valor  $p = 0,174 > 0$  no rechazo Ho), lo mismo ocurre con la primera combinación  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L1 - D1 (Ho:  $\mu_i = \mu_j$  como valor  $p = 0,063 > 0$  no rechazo Ho) no existe diferencia significativa, sin embargo se sigue eligiendo la combinación 5 debido a que tiene el mejor promedio después del patrón. Con todas las demás combinaciones existe diferencia significativa, pero son estadísticamente inferiores a la combinación 5 elegida (ver tabla de comparaciones múltiples).

**Tabla 141.**

*Comparaciones múltiples para combinaciones de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*

		Comparaciones múltiples				
Variable dependiente:		Resistencia a la compresión del concreto ( $\text{kg/cm}^2$ )				
T3 Dunnett						
(I) Descripción		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2 - D1	<b><math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> SIN FIBRA</b>	<b>-12.59667</b>	<b>2.85814</b>	<b>0.174</b>	<b>-32.1985</b>	<b>7.0052</b>
	<b><math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> L1 - D1</b>	<b>21.73667</b>	<b>2.51793</b>	<b>0.063</b>	<b>-2.3888</b>	<b>45.8621</b>
	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1 - D2	34.33333*	2.54990	0.020	11.0475	57.6192
	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L1 - D3	47.99667*	4.95079	0.020	12.8289	83.1644
	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2 - D2	59.74333*	2.56748	0.005	36.8651	82.6216
	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L2 - D3	97.18667*	3.13385	0.000	77.6744	116.6989
	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3 - D1	67.55667*	3.00642	0.001	48.2166	86.8967
	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3 - D2	48.20333*	3.16957	0.002	28.5932	67.8135
	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ L3 - D3	48.42000*	2.49629	0.012	23.6441	73.1959

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia

### Para $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$

Ho: La resistencia promedio a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  no supera a resistencia del diseño a 100% ( $\mu \leq 100$ )

H1: La resistencia promedio a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  supera a resistencia del diseño a 100% ( $\mu > 100$ )

Se utilizó SPSS V24 para el análisis de datos, obteniendo los resultados de la tabla adjunta.

**Tabla 142.**  
*Prueba de muestra única  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$*

<b>Prueba de muestra única</b>			
$f'c$	Valor de prueba = 100		
	t	gl	Sig. (bilateral)
245	13.669	29	0.000

Fuente: Elaboración propia

Por los resultados obtenidos, se rechaza la hipótesis nula (valor  $p = 0 < \alpha = 0,05$ ) por lo que se prueba que la resistencia promedio a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  supera a resistencia del diseño a 100% ( $\mu > 100$ ).

También se determinó la mejor combinación de diseño de mezcla aplicando la prueba de Análisis de Varianza (ANOVA) debido a que los grupo o tratamientos cumplen con los requisitos de normalidad, son muestras independientes.

Para la prueba ANOVA se planteó las siguientes hipótesis:

Ho: Los promedios de resistencia de las 10 combinaciones son iguales

H1: Al menos uno de los promedios de resistencia de las 10 combinaciones es diferente.

Por los resultados de la tabla ANOVA, obtenido del SPSS v24, se rechaza la hipótesis nula (valor sig=0.0 < 0.05 =  $\alpha$ ), lo que nos indica que al menos uno de los promedios es diferente.

**Tabla 143.**  
Prueba Anova  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$

ANOVA					
Resistencia a la compresión del concreto ( $\text{kg/cm}^2$ )					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	21743.982	9	2415.998	411.056	0.000
Dentro de grupos	117.551	20	5.878		
Total	21861.532	29			

Fuente: Elaboración propia

Ahora determinamos cuál de los promedios es distinto, se eligió la combinación 3 que tuvo el mayor promedio, después del promedio patrón, en este caso  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1 - D2, como se muestra en la tabla de resumen descriptivo, tiene un promedio de 444,52 y desviación estándar de 2,12.

**Tabla 144.**  
Resumen estadístico para combinaciones de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$

Descriptivos								
Resistencia a la compresión del concreto ( $\text{kg/cm}^2$ )								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media			
					Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA	3	466.0233	2.03780	1.17653	460.9612	471.0855	463.68	467.38
$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1 - D1	3	432.5200	4.03077	2.32717	422.5070	442.5330	429.66	437.13
<b><math>f'c = 245 \text{ kg/cm}^2</math> L1 - D2</b>	<b>3</b>	<b>444.5167</b>	<b>2.11888</b>	<b>1.22333</b>	<b>439.2531</b>	<b>449.7802</b>	<b>442.07</b>	<b>445.74</b>
$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L1 - D3	3	386.7700	1.98643	1.14687	381.8354	391.7046	385.35	389.04
$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2 - D1	3	440.7033	2.75438	1.59024	433.8611	447.5456	438.98	443.88
$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2 - D2	3	385.4600	1.88605	1.08891	380.7748	390.1452	383.32	386.88
$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L2 - D3	3	388.7900	1.73646	1.00255	384.4764	393.1036	387.18	390.63
$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L3 - D1	3	415.2100	2.24635	1.29693	409.6298	420.7902	413.01	417.50
$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L3 - D2	3	423.4533	0.16073	0.09280	423.0541	423.8526	423.27	423.57
$f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ L3 - D3	3	393.7467	3.27247	1.88936	385.6174	401.8759	390.55	397.09
Total	30	417.7193	27.45626	5.01280	407.4670	427.9717	383.32	467.38

Fuente: Elaboración propia

Al realizar la comparación por pares de medias, para lo cual se aplicó la prueba de Bonferoni que utiliza las pruebas de t para realizar comparaciones por pares entre las medias de los grupos, pero controla la tasa de error dividiendo entre el número total de contrastes, se utiliza cuando las varianzas son iguales como se demostró en este caso aplicando la prueba de Levene.

Se observó que la resistencia de esta combinación es estadísticamente inferior al valor de la resistencia de la combinación patrón ( $H_0: \mu_i = \mu_j$  como valor  $p = 0,0 < 0$  rechazo  $H_0$ ). Sin embargo, con la combinación  $f'c=245$  kg/cm<sup>2</sup> L2 - D1 son estadísticamente iguales ( $H_0: \mu_i = \mu_j$  como valor  $p = 1,0 > 0$  no rechazo  $H_0$ ). Con las demás combinaciones existe diferencia significativa, pero son estadísticamente inferiores a la combinación 3 elegida (ver tabla comparaciones múltiples).

**Tabla 145.**  
*Comparaciones múltiples para combinaciones de mezcla  $f'c = 245$  kg/cm<sup>2</sup>*

Variable dependiente: Resistencia a la compresión del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )		Comparaciones múltiples					
		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza		
(I) Descripción					Límite inferior	Límite superior	
$f'c = 245$ kg/cm <sup>2</sup> L1-D2	<b><math>f'c = 245</math> kg/cm<sup>2</sup> SIN FIBRA</b>	<b>-21.50667*</b>	<b>1.97948</b>	<b>0.000</b>	<b>-29.0374</b>	<b>-13.9760</b>	
	$f'c = 245$ kg/cm <sup>2</sup> L1 - D1	11.99667*	1.97948	0.000	4.4660	19.5274	
	$f'c = 245$ kg/cm <sup>2</sup> L1 - D3	57.74667*	1.97948	0.000	50.2160	65.2774	
	<b><math>f'c = 245</math> kg/cm<sup>2</sup> L2- D1</b>	<b>3.81333</b>	<b>1.97948</b>	<b>1.000</b>	<b>-3.7174</b>	<b>11.3440</b>	
	$f'c = 245$ kg/cm <sup>2</sup> L2 - D2	59.05667*	1.97948	0.000	51.5260	66.5874	
	$f'c = 245$ kg/cm <sup>2</sup> L2 - D3	55.72667*	1.97948	0.000	48.1960	63.2574	
	$f'c = 245$ kg/cm <sup>2</sup> L3 - D1	29.30667*	1.97948	0.000	21.7760	36.8374	
	$f'c = 245$ kg/cm <sup>2</sup> L3 - D2	21.06333*	1.97948	0.000	13.5326	28.5940	
	$f'c = 245$ kg/cm <sup>2</sup> L3 - D3	50.77000*	1.97948	0.000	43.2393	58.3007	

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia

**Para  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>**

Ho: La resistencia promedio a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  no supera a resistencia del diseño a 100% ( $\mu \leq 100$ )

H1: La resistencia promedio a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  supera a resistencia del diseño a 100% ( $\mu > 100$ )

Se utilizó SPSS V24 para el análisis de datos, obteniendo los resultados de la tabla adjunta.

**Tabla 146.**  
*Prueba única  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$*

Prueba de muestra única			
f'c	Valor de prueba = 100		
	t	gl	Sig. (bilateral)
280	14.862	29	0.000

Fuente: Elaboración propia

Por los resultados obtenidos, se rechaza la hipótesis nula (valor  $p = 0 < \alpha = 0,05$ ) por lo que se prueba que la resistencia promedio a la compresión del concreto en losas aligeradas de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  supera a resistencia del diseño a 100% ( $\mu > 100$ ).

También se determinó la mejor combinación de diseño de mezcla aplicando la prueba de Análisis de Varianza (ANOVA) debido a que los grupo o tratamientos cumplen con los requisitos de normalidad, son muestras independientes.

Para la prueba ANOVA se planteó las siguientes hipótesis:

Ho: Los promedios de resistencia de las 10 combinaciones son iguales

H1: Al menos uno de los promedios de resistencia de las 10 combinaciones es diferente.

Por los resultados de la tabla ANOVA, obtenido del SPSS v24, se rechaza la hipótesis nula (valor sig=0.0 < 0.05 =  $\alpha$ ), lo que nos indica que al menos uno de los promedios es diferente.

**Tabla 147.**  
Prueba Anova  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

ANOVA					
Resistencia a la compresión del concreto ( $\text{kg/cm}^2$ )					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	68067.644	9	7563.072	465.861	.000
Dentro de grupos	324.692	20	16.235		
Total	68392.337	29			

Fuente: Elaboración propia

Ahora determinamos cuál de los promedios es distinto, se eligió la combinación 8 que tuvo el mayor promedio, después del promedio patrón, en este caso  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L3 - D1, como se muestra en la tabla de resumen descriptivo, tiene un promedio de 483,80 y desviación estándar de 5,41.

**Tabla 148..**  
Resumen estadístico para combinaciones de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Descriptivos								
Resistencia a la compresión del concreto ( $\text{kg/cm}^2$ )								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ SIN FIBRA	3	499.6567	2.30079	1.32836	493.9412	505.3721	497.72	502.20
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1 - D1	3	471.5100	4.69843	2.71264	459.8385	483.1815	466.23	475.23
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1 - D2	3	441.8933	4.55895	2.63211	430.5683	453.2184	437.03	446.07
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1 - D3	3	336.7333	6.50066	3.75316	320.5848	352.8819	329.32	341.46
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2 - D1	3	459.1267	1.46487	0.84574	455.4877	462.7656	457.46	460.21
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2 - D2	3	451.0433	1.30619	0.75413	447.7986	454.2881	449.67	452.27
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2 - D3	3	396.1467	1.98963	1.14871	391.2041	401.0892	393.92	397.75
<b><math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math> L3 - D1</b>	<b>3</b>	<b>483.8033</b>	<b>5.40805</b>	<b>3.12234</b>	<b>470.3690</b>	<b>497.2377</b>	<b>477.84</b>	<b>488.39</b>
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3 - D2	3	392.0533	2.55010	1.47230	385.7185	398.3881	389.19	394.08
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3 - D3	3	404.7633	5.32673	3.07539	391.5310	417.9957	398.80	409.05

Fuente: Elaboración propia

Al realizar la comparación por pares de medias, para lo cual se aplicó la prueba de Bonferoni que utiliza las pruebas de t para realizar comparaciones por pares entre las medias de los grupos, pero controla la tasa de error dividiendo entre el número total de contrastes, se utiliza cuando las varianzas son iguales como se demostró en este caso aplicando la prueba de Levene.

Se observó que la resistencia de esta combinación es estadísticamente inferior al valor de la resistencia de la combinación patrón ( $H_0: \mu_i = \mu_j$  como valor  $p = 0,0 < 0$  rechazo  $H_0$ ). Sin embargo, con la combinación  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  L1 - D1 son estadísticamente iguales ( $H_0: \mu_i = \mu_j$  como valor  $p = 0,059 > 0$  no rechazo  $H_0$ ). Con las demás combinaciones existe diferencia significativa, pero son estadísticamente inferiores a la combinación 8 elegida (ver tabla comparaciones múltiples).

**Tabla 149.**  
*Comparaciones múltiples para combinaciones de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$*

		<b>Comparaciones múltiples</b>				
Variable dependiente:		Resistencia a la compresión del				
Bonferroni		concreto ( $\text{kg/cm}^2$ )				
(I) Descripción		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3- D1	<b><math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math> SIN FIBRA</b>	<b>-15.85333*</b>	<b>3.28984</b>	<b>0.005</b>	<b>-28.3691</b>	<b>-3.3375</b>
	<b><math>f'c = 280 \text{ kg/cm}^2</math> L1 - D1</b>	<b>12.29333</b>	<b>3.28984</b>	<b>0.059</b>	<b>-0.2225</b>	<b>24.8091</b>
	$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1 - D2	41.91000*	3.28984	0.000	29.3942	54.4258
	$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L1 - D3	147.07000*	3.28984	0.000	134.5542	159.5858
	$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2 - D1	24.67667*	3.28984	0.000	12.1609	37.1925
	$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2 - D2	32.76000*	3.28984	0.000	20.2442	45.2758
	$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L2 - D3	87.65667*	3.28984	0.000	75.1409	100.1725
	$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3 - D2	91.75000*	3.28984	0.000	79.2342	104.2658
	$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ L3 - D3	79.04000*	3.28984	0.000	66.5242	91.5558

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia

Para contrastar la hipótesis, planteada como “La utilización de las Fibras Sintéticas de rafia influye significativamente en la fisuración por contracción plástica en losas aligeradas de  $f'c = 210, 245, 280 \text{ kg/cm}^2$  – Huancayo - 2017. se aplicó la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney de muestras independientes, debido a que las poblaciones en estudio no siguen distribución normal.

Las hipótesis a contrastar se plantearon a los indicadores de fisuración como espesor y longitud.

### **Espesor para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

Ho: El espesor (superior, medio e inferior) de las fisuras presentes en la losa aligerada con muestra patrón es mayor o igual al espesor (superior, medio e inferior) de las fisuras presentes en la losa aligerada con fibra  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

H1: El espesor (superior, medio e inferior) de las fisuras presente en la losa aligerada con muestra patrón es menor al espesor (superior, medio e inferior) de las fisuras presentes en la losa aligerada con fibra  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **Tabla 150.**

*Estadístico de prueba para espesores de fisuras ocasionadas por contracción plástica en las combinaciones de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>			
	<b>ESPESOR SUPERIOR (mm)</b>	<b>ESPESOR MEDIO (mm)</b>	<b>ESPESOR INFERIOR (mm)</b>
U de Mann-Whitney	129.500	148.000	129.500
W de Wilcoxon	339.500	358.000	339.500
Z	-2.244	-1.716	-2.244

Sig. (bilateral)	asintótica	0.025	0.086	0.025
a. Variable de agrupación: GRUPO				

Fuente: Elaboración propia

Por los resultados obtenidos aplicando SPSS v24, el espesor superior e inferior de las fisuras presentes en la losa aligerada con muestra patrón son menores que los espesores de las fisuras presentes en la losa aligerada con fibra  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al 5% de significancia (Valor  $p = 0,025 < 0,05 = \alpha$ ), lo que demuestra que las fisuras presentes en la losa aligerada con fibra  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  muestran mejor comportamiento.

Sin embargo, el espesor medio de las fisuras presentes en la losa aligerada con muestra patrón no son menores que los espesores de las fisuras presentes en las losas de concreto aligerado con fibra  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al 5% de significancia (Valor  $p = 0,086 > 0,05 = \alpha$ ), lo que demuestra que la losa aligerada con fibra  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  muestran mejor comportamiento.

### **Longitud para $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

Ho: La longitud de fisuras presentes en la losa aligerada con muestra patrón es mayor o igual a la longitud de las fisuras presentes en la losa aligerada con fibra  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

H1: La longitud de fisuras presentes en la losa aligerada con muestra patrón es menor a la longitud de las fisuras presentes en la losa aligerada con fibra  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **Tabla 151.**

*Estadístico de prueba para longitudes de fisuras ocasionadas por contracción plástica en las combinaciones de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*

#### **Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

LONGITUD (mm)	
U de Mann-Whitney	193.500
W de Wilcoxon	403.500
Z	-0.431
Sig. asintótica (bilateral)	0.666

a. Variable de agrupación: GRUPO

Fuente: Elaboración propia

La longitud de fisuras presentes en la losa aligerada con muestra patrón es mayor o igual que las fisuras presentes en la losa aligerada con fibra  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al 5% de significancia (Valor  $p = 0,666 > 0,05 = \alpha$ ), lo que demuestra que las losas de concreto aligerado con fibra  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  muestran la misma o mayor longitud de fisuras a la losa con muestra patrón.

### Espesor para $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$

Ho: El espesor (superior, medio e inferior) de las fisuras presentes en la losa aligerada con muestra patrón es mayor o igual al espesor (superior, medio e inferior) de las fisuras presentes en la losa aligerada con fibra  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .

H1: El espesor (superior, medio e inferior) de las fisuras presentes en la losa aligerada con muestra patrón es menor al espesor (superior, medio e inferior) de las fisuras presentes en la losa aligerada con fibra  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .

#### Tabla 152..

*Estadístico de prueba para espesores de fisuras ocasionadas por contracción plástica en las combinaciones de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$*

	Estadísticos de prueba <sup>a</sup>		
	ESPESOR SUPERIOR (mm)	ESPESOR MEDIO (mm)	ESPESOR INFERIOR (mm)
U de Mann-Whitney	531.000	505.500	550.500
W de Wilcoxon	966.000	940.500	985.500
Z	-3.310	-3.525	-3.148
Sig. asintótica (bilateral)	0.001	0.000	0.002

a. Variable de agrupación: GRUPO

Fuente: Elaboración propia

Por los resultados obtenidos aplicando SPSS v24, los tres niveles de espesor (superior, medio e inferior) de las fisuras presentes en la losa aligerada con muestra patrón son menores que los espesores de las fisuras presentes en la losa aligerada con fibra  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  al 5% de significancia (Valor  $p = 0,001; 0,00; 0,002 < 0,05 = \alpha$ , se rechaza  $H_0$ ), lo que demuestra que losa aligerada con muestra patrón presenta mejor comportamiento.

### **Longitud para $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$**

$H_0$ : La longitud de fisuras presentes en la losa aligerada con muestra patrón es mayor o igual a la longitud de las fisuras presentes en la losa aligerada con fibra  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .

$H_1$ : La longitud de fisuras presentes en la losa aligerada con muestra patrón es menor a la longitud de las fisuras presentes en la losa aligerada con fibra  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **Tabla 153.**

*Estadístico de prueba para longitudes de fisuras ocasionadas por contracción plástica en las combinaciones de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$*

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>	
	LONGITUD (mm)
U de Mann-Whitney	482.000
W de Wilcoxon	917.000
Z	-3.558
Sig. asintótica (bilateral)	0.000

a. Variable de agrupación: GRUPO

Fuente: Elaboración propia

La longitud de las fisuras presentes en la losa aligerada con muestra patrón es menor que las fisuras presentes en la losa aligerada con fibra  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  al 5% de significancia (Valor  $p = 0,00 < 0,05 = \alpha$ ), lo que

demuestra que la losa aligerada con muestra patrón presenta mejor comportamiento.

### **Espesor para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

Ho: El espesor (superior, medio e inferior) de las fisuras presentes en la losa aligerada con muestra patrón es mayor o igual al espesor (superior, medio e inferior) de las fisuras presentes en la losa aligerada con fibra  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

H1: El espesor (superior, medio e inferior) de las fisuras presentes en la losa aligerada con muestra patrón es menor al espesor (superior, medio e inferior) de las fisuras presentes en la losa aligerada con fibra  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 1544.**

*Estadístico de prueba para espesores de fisuras ocasionadas por contracción plástica en las combinaciones de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$*

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>			
	ESPESOR SUPERIOR (mm)	ESPESOR MEDIO (mm)	ESPESOR INFERIOR (mm)
U de Mann-Whitney	293.000	293.000	293.000
W de Wilcoxon	338.000	338.000	338.000
Z	-0.138	-0.138	-0.138
Sig. asintótica (bilateral)	0.891	0.891	0.891

a. Variable de agrupación: GRUPO

Fuente: Elaboración propia

Por los resultados obtenidos aplicando SPSS v24, los tres niveles de espesor (superior, medio e inferior) de fisuras presentes en la losa aligerada con muestra patrón no son menores que los espesores de las fisuras presentes en la losa aligerada con fibra  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  al 5% de significancia (Valor p

= 0,891 > 0,05 =  $\alpha$ , no se rechaza  $H_0$ ), lo que demuestra que la losa aligerada con fibra  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  muestra mejor comportamiento.

### Longitud para $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

$H_0$ : La longitud de fisuras presentes en la losa aligerada con muestra patrón es mayor o igual a la longitud de las fisuras presentes en la losa aligerada con fibra  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

$H_1$ : La longitud de fisuras presentes en la losa aligerada con muestra patrón es menor a la longitud de las fisuras presentes en la losa aligerada con fibra  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 155.**

*Estadístico de prueba para longitudes de fisuras ocasionadas por contracción plástica en las combinaciones de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$*

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	LONGITUD (mm)
U de Mann-Whitney	242.500
W de Wilcoxon	2520.500
Z	-0.949
Sig. asintótica (bilateral)	0.342

a. Variable de agrupación: GRUPO

Fuente: Elaboración propia

La longitud de fisuras presentes en la losa aligerada con muestra patrón no es menor que las fisuras presentes en la losa aligerada con fibra  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  al 5% de significancia (Valor  $p = 0,342 > 0,05 = \alpha$ ), lo que demuestra que la losa aligerada con fibra  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  muestran mejor comportamiento.

### 4.3. Discusión de resultados

Teniendo en cuenta los resultados de la investigación se describen hallazgos que permiten obtener datos históricos de ensayos en laboratorio aplicables a losas aligeradas con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $245 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  en las que se realizaron combinaciones de mezcla teniendo como variantes a las longitudes y dosis de fibras sintéticas de rafia. Se agregaron fibras sintéticas de rafia de longitudes:  $L1 = 3.5 \text{ cm}$ ,  $L2 = 2.5 \text{ cm}$  y  $L3 = 1.5 \text{ cm}$ , y dosis de:  $D1 = 0.7 \text{ kg/m}^3$ ,  $D2 = 1.4 \text{ kg/m}^3$  y  $D3 = 2.0 \text{ kg/m}^3$ .

Los ensayos arrojaron resultados que determinaron que el uso de la fibra sintética de rafia en el concreto ayuda a disminuir la aparición de fisuras por contracción plástica. De esta manera se comprueba lo señalado por López Román (2015) quién señaló que la inclusión de fibras en la mezcla de concreto ayuda a disminuir sustancialmente la aparición de grietas por contracción plástica.

Asimismo, se pudo determinar que la inclusión de las fibras sintéticas de rafia en el diseño de mezcla no va en contra de la resistencia a la compresión del concreto puesto que estas siempre superan la resistencia especificada ( $f'c$ ), tal como lo indica Rodríguez Cosar (2009) quien manifiesta que con el uso de las fibras sintéticas de polipropileno se logró incrementar en 4.00% la resistencia a la compresión del concreto.

Los ensayos para la presente investigación cumplieron con la normativa vigente, se tomó en consideración la geografía como la altitud de la zona donde se desarrollaron sobre los 3225 m.s.n.m, se reafirma lo mencionado por Moy Mosquera y Remuzgo Florentino quienes afirmaron que la adición de fibras de acero en el

concreto influye favorablemente en las propiedades del concreto en losas aligeradas a 3200 m.s.n.m.

Lo indicado por Dávila Mercado (2010) sobre el uso de las fibras sintéticas lo reafirma López Román (2015) en tal sentido la adición de algún tipo de fibra en el concreto disminuye la aparición de grietas.

Los resultados sobre la resistencia a la compresión del concreto muestran que todos los diseños de mezcla superaran la resistencia especificada a los 28 días, demostrando que el uso de las fibras sintéticas de rafia actúa favorablemente en las losas aligeradas sin perjuicio en las combinaciones de mezcla.

En relación a la fisuración por contracción plástica en las combinaciones de mezcla diseñadas para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  la longitud media y el número de fisuras es menor para la combinación con fibra comparada con la muestra patrón, el espesor medio es mayor en la combinación con fibra comparada con la muestra patrón. En la combinación de mezcla desarrollada para  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  la muestra con fibra presentó menor longitud media, menor espesor y menor cantidad de fisuras respecto a la muestra patrón (muestra sin fibra). En la combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  las muestra con fibra presentó menor longitud media, menor espesor y menor cantidad de fisuras respecto a la muestra patrón

## CONCLUSIONES

1. Que habiendo considerado el método ACI 211 y el método Global, para las resistencias a la compresión de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $245 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ , se obtuvieron valores de  $437.16 \text{ kg/cm}^2$ ,  $466.02 \text{ kg/cm}^2$  y  $499.66 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente a los 28 días en referencia a las resistencias de diseño de la muestra patrón estudiadas en la presente investigación.
2. El uso de las fibras sintéticas de rafia influyó significativamente en fisuración por contracción plástica, sobre todo en dimensión y longitud, determinando que las losas aligeradas con fibra ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $245 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ ) muestran longitudes menores que los presentados en las losas patrón. En la dimensión espesor los resultados muestran que los espesores de la losa patrón son menores que las losas aligeradas con fibra con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $245 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ . Del mismo modo en relación a las cantidades de fisuras se muestran que las losas con fibra presentan menor cantidad de fisuras respecto a las muestras patrón.
3. Para las combinaciones de mezcla con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  se obtuvo que la mejor combinación fue  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L2-D1 debido a que muestran el mejor promedio a la resistencia a la compresión seguido de la muestra patrón.
4. Para las combinaciones de mezcla con  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  se obtuvo que la mejor combinación fue  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1-D2 debido a que muestran el mejor promedio a la resistencia a la compresión seguido de la muestra patrón.
5. Para las combinaciones de mezcla con  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  se obtuvo que la mejor combinación fue  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L3-D1 debido a que muestran el mejor promedio a la resistencia a la compresión seguido de la muestra patrón.

6. En losas aligeradas de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , se determinó que utilizando una longitud de 2.5 cm de fibra sintética de rafia con una dosis de  $0.7 \text{ kg/m}^3$ , se logra superar a la resistencia a la compresión especificada ( $f'c$ ) en 102.17 % y a la resistencia a la compresión requerida ( $f'cr$ ) en un 44.41% en comparación con el patrón tiene una variación de -2.88%.
7. En losas aligeradas de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , se determinó que utilizando una longitud de 3.5 cm de fibra sintética de rafia con una dosis de  $1.4 \text{ kg/m}^3$ , se logra superar a la resistencia a la compresión especificada ( $f'c$ ) en 81.44 % y a la resistencia a la compresión requerida ( $f'cr$ ) en un 35.11% en comparación con el patrón tiene una variación de -4.61%.
8. En losas aligeradas de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , se determinó que utilizando una longitud de 1.5 cm de fibra sintética de rafia con una dosis de  $0.7 \text{ kg/m}^3$ , se logra superar a la resistencia a la compresión especificada ( $f'c$ ) en 72.79 % y a la resistencia a la compresión requerida ( $f'cr$ ) en un 32.91 % en comparación con el patrón tiene una variación de -3.17%.
9. En losas aligeradas de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , se determinó que utilizando una longitud de 2.5 cm de fibra sintética de rafia con una dosis de  $0.7 \text{ kg/m}^3$ , se logra reducir la cantidad de fisuras en 4.76 %, la longitud en 1.41 %, y el espesor en 23.13%.
10. En losas aligeradas de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , se determinó que utilizando una longitud de 3.5 cm de fibra sintética de rafia con una dosis de  $1.4 \text{ kg/m}^3$ , se logra reducir la cantidad de fisuras en 53.23 %, la longitud en 76.68 %, y el espesor en 76.89%.
11. En losas aligeradas de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , se determinó que utilizando una longitud de 1.5 cm de fibra sintética de rafia con una dosis de  $0.7 \text{ kg/m}^3$ , se logra reducir la cantidad de fisuras en 86.57 %, la longitud en 2.94 %, y el espesor en 85.71%.

## RECOMENDACIONES

1. En el proceso del preparado de la mezcla de concreto se debe seguir un protocolo el cual está determinado por: humedecimiento de la mezcladora, introducción de agregado grueso, agregado fino, fibra y agua, con el fin de obtener los resultados esperados.
2. Es preciso emplear las longitudes de rafia determinadas como  $L1=3.5\text{cm}$ ,  $L2=2.5\text{cm}$  y  $L3=1.5\text{cm}$  en el diseño de la mezcla, las cuales deben de mostrar las dimensiones indicadas sin perjuicio a que a posteriores se podría determinar parámetros de tolerancia sobre las mismas.
3. En los ensayos de laboratorio se deberán ceñir a los requerimientos y procedimientos indicadas en la normativa vigente.
4. Considerar el uso de la fibra de rafia en el diseño de mezcla para losas aligerada en la región debido a los resultados favorables mostrados sobre la resistencia a la compresión del concreto y fisuración por contracción plástica.
5. Se debe promover la investigación del uso de la fibra sintética de rafia en otros elementos estructurales debido a los resultados favorables.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **GOMÁ, F.** *El cemento portland y otros aglomerantes*. Barcelona : Reverte, 1979. 84-7146-192-7.
2. **Noticias, Agencia Peruana de.** *Sector construcción del Perú alcanza crecimiento histórico de 7,2% en cuatro años*. Lima : s.n., 18 de Julio de 2018.
3. **HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar.** *Metodología de la Investigación*. Sexta. s.l. : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 978-1-4562-2396-0.
4. **LÓPEZ ROMÁN, Jorge.** *Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado*. México : s.n., 2015.
5. **DÁVILA MERCADO, María Paula.** *Efecto de la adición de fibras sintéticas sobre las propiedades plásticas y mecánicas del concreto*. México : Universidad Nacional Autónoma de México, 2010.
6. **RODRÍGUEZ COSAR, Adolfo.** *Concreto en climas fríos, con uso de fibras de polipropileno e incorporador de aire*. 2009.
7. **CASTRO TOMAS, Fidel Matias.** *Efectos de la fibra de polipropileno en Concretos con Cemento Portland Tipo V*. Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 2009.
8. **MOY MOSQUERA, Noelia Carolina y REMUZGO FLORENTINO, Miguel José.** *Influencia de las fibras de acero en las propiedades del concreto en losas aligeradas a 3200 msnm*. 2013.
9. **RIVVA LÓPEZ, Enrique.** *Materiales para el concreto*. Lima : Fondo Editorial ICG, 2014.
10. **CAPECO.** *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima : APOYO GRÁFICO S.A., 2016.
11. **PASQUEL CARBAJAL, Enrique.** *Temas de tecnología del concreto*. Primera. Lima : Colegio de Ingenieros del Perú, 1993.
12. **RIVVA LÓPEZ, Enrique.** *Diseño de Mezclas*. Lima : Fondo Editorial ICG, 2014.

13. **DE GUZMÁN, Diego Sánchez.** *Tecnología del concreto y del mortero*. Quinta. Bogotá : Pontificia Universidad Javeriana, 2001. 9589247040.
14. **FREDERIK, Lea.** *The Chemistry of Cement and Concrete*. London : Edward Arnold Publishers, 1988.
15. **ACI, Committee 544.1R-96.** *State of the Art Report on Fiber Reinforced Concrete*. s.l. : American Concrete Institute, 2002. pág. 66.
16. **INACAL.** *Norma Técnica Peruana 339.204:2016*. Segunda. Lima : INACAL, 2016.
17. **SIKA.** *Concreto Reforzado con Fibras*. Perú : Sika Perú S.A., 2011.
18. **KOSMATKA, Steven H., y otros.** *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Illinois : Asociación de Cemento Portland, 2001. 0893122335.
19. **TORRE CARRILLO, Ana.** *Curso básico de tecnología del concreto para ingenieros civiles*. Lima : UNI, 2004.
20. **HARMSSEN, Teodoro E.** *Diseño de estructuras de concreto armado*. Cuarta. Lima : Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005. 9972-42-730-7.
21. **VÉLEZ, Ligia M.** *Permeabilidad y porosidad en Concreto*. s.l. : Instituto Tecnológico Metropolitano, 2010.
22. **ACI, Comité 224.1R-93.** *Causas, Evaluación y Reparación de Fisuras en Estructuras de Hormigón*. 1993.
23. **NEVILLE, Adam M. y BROOKS, J. J.** *Tecnología del concreto*. [ed.] Trillas. s.l. : Trillas, 1998.
24. **L'HERMITE, Robert.** *A pie de Obra*. Madrid : Tecnos, S.A., 1967. pág. 104.
25. **Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Perú.** *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima : MTC, 2016.
26. **BLANCO BLASCO, Antonio.** *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*. Lima : Colegio de Ingenieros del Perú.
27. **GUTARRA MEZA, Felipe.** *Seminario de Tesis*. Segunda. Huancayo : Universidad Contienetal, 2015.

28. **DEL PERÚ, PERÚ.** *Norma Peruana de Diseño Sismoresistente E030.* Perú : Colegio de Ingenieros, 2003.
29. **KOSMATKA, Steven H., y otros.** *Diseño y Control de Mezclas de Concreto.* Illinois : s.n., 2001.
30. **Certificación, Asociación Española de Normalización y.** *UNE-EN 14889-4: Fibras para hormigón, Fibras de acero, Parte 1.* s.l. : AENOR, 2008.

## **ANEXOS**

- ANEXO I: Collage Fotográfico
- ANEXO II: Caracterización de los agregados
- ANEXO III: Diseños de mezcla
- ANEXO IV: Asentamiento del concreto
- ANEXO V: Exudación del Concreto
- ANEXO VI: Peso Unitario y Rendimiento del concreto
- ANEXO VII: Contenido de aire atrapado en el Concreto
- ANEXO VIII: Tiempo de fragua del Concreto
- ANEXO IX: Resistencia a la compresión del concreto
- ANEXO X: Fisuración por contracción plástica
- ANEXO XI: Certificado de calibración de equipos
- ANEXO XII: Constancia de participación de los ensayos
- ANEXO XIII: Planos

## ANEXO I



**Collage Fotográfico 01:** La investigadora procede con la revisión de dimensiones de las separaciones del acero de temperatura, delimitación de las áreas e inspección del área de trabajo, control de materiales, herramienta y equipos, verificación de la seguridad en obra, para así proceder con el vaciado del concreto y control de la fisuración por contracción plástica en losas aligeradas. 2017. Fuente Propia.



**Collage Fotográfico 02:** Se inicia con el proceso de mezclado del concreto con las combinaciones de mezcla elegidas, se realizan los ensayos en estado fresco (tiempo de fragua, temperatura del concreto, Slump, etc) y se procede con el control de fisuración por contracción plástica en losas aligeradas utilizando tarjetero – regla de control de fisuras. 2017. Fuente Propia.



**Collage Fotográfico 03:** Control de fisuración por contracción plástica en losa aligerada para una combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  SIN FIBRA. 2017.

Fuente Propia.



**Collage Fotográfico 04:** Control de fisuración por contracción plástica en losa aligerada para una combinación de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  L2-D1. 2017. Fuente Propia.

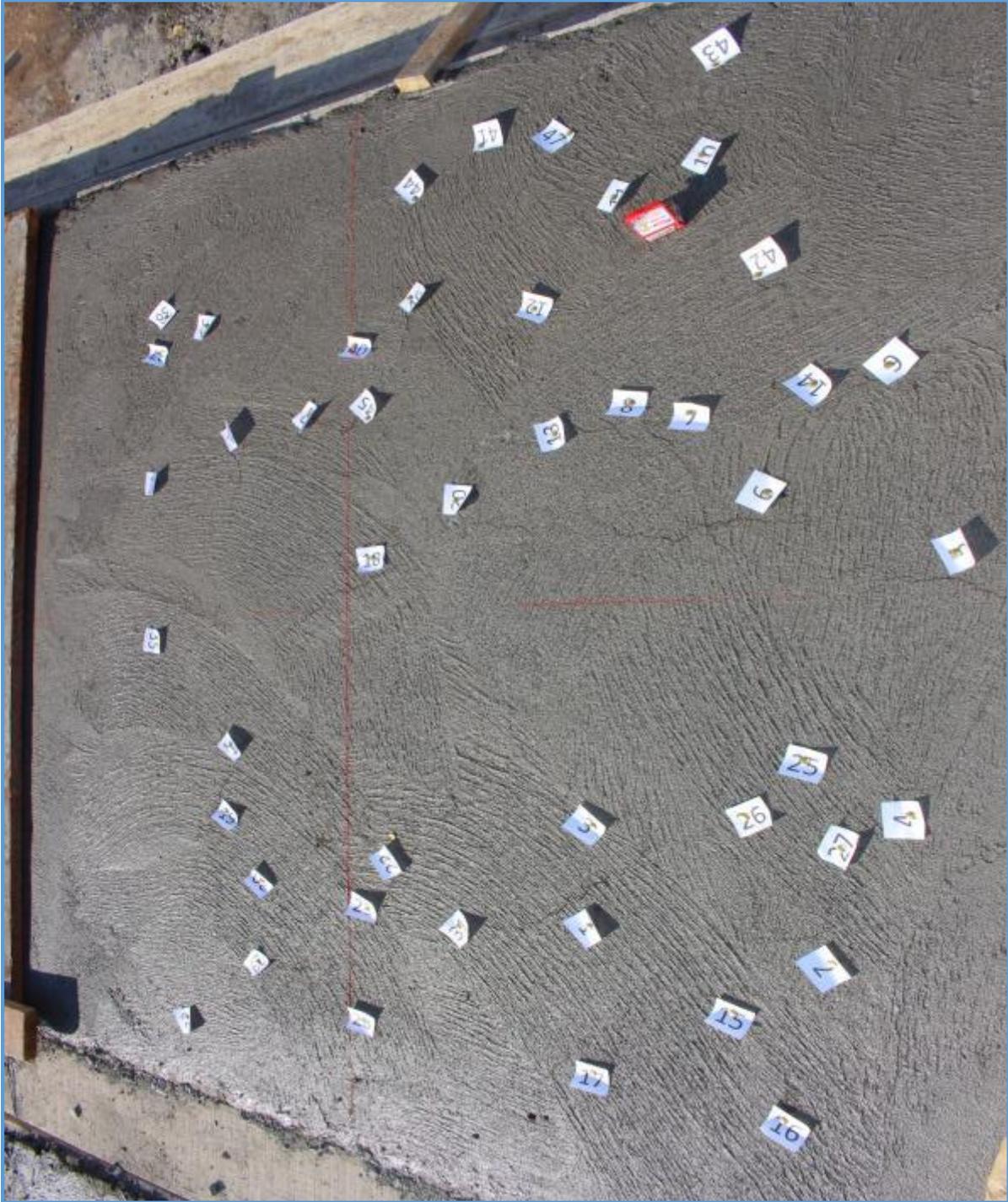


**Collage Fotográfico 05:** Control de fisuración por contracción plástica en losa aligerada para una combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  SIN FIBRA. 2017.

Fuente Propia.



**Collage Fotográfico 06:** Control de fisuración por contracción plástica en losa aligerada para una combinación de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  L1-D2. 2017.  
Fuente Propia.



**Collage Fotográfico 07:** Control de fisuración por contracción plástica en losa aligerada para una combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  SIN FIBRA. 2017.

Fuente Propia.



**Collage Fotográfico 08:** Control de fisuración por contracción plástica en losa aligerada para una combinación de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  L3-D1. 2017. Fuente Propia.



**Collage Fotográfico 09:**  
 Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (rotura de probetas) para combinaciones de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . 2017.  
 Fuente Propia.



**Collage Fotográfico 09:** Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (rotura de probetas) para combinaciones de mezcla  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . 2017. Fuente Propia.



**Collage Fotográfico 10:** Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (rotura de probetas) para combinaciones de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . 2017. Fuente Propia.



**Collage**  
**Fotográfico 11:**  
 Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (rotura de probetas) para combinaciones de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ . 2017.  
 Fuente Propia.



**Collage Fotográfico 12:** Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (rotura de probetas) para combinaciones de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ . 2017. Fuente Propia.



**Collage Fotográfico 13:** Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (rotura de probetas) para combinaciones de mezcla  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ . 2017.  
Fuente Propia.



**Collage  
Fotográfico 14:**  
Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (rotura de probetas) para combinaciones de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . 2017.  
Fuente Propia.





**Collage Fotográfico 16:** Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (rotura de probetas) para combinaciones de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . 2017. Fuente Propia.