

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Efecto de la dosificación de fibra metálica y perla de
poliestireno en la resistencia mecánica del
concreto ligero**

Henry Jossmel Hilario Fabian

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2020

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| PORTADA..... | I |
| ASESOR | II |
| AGRADECIMIENTO | III |
| DEDICATORIA..... | IV |
| ÍNDICE | V |
| LISTA DE TABLAS | VII |
| LISTA DE FIGURAS..... | XII |
| RESUMEN..... | XVI |
| ABSTRACT..... | XVIII |
| INTRODUCCIÓN..... | XIX |
| | |
| CAPÍTULO I PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 21 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 21 |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 24 |
| 1.2.1. PROBLEMA GENERAL | 24 |
| 1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS..... | 24 |
| 1.3. OBJETIVOS | 25 |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL..... | 25 |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 25 |
| 1.4. JUSTIFICACIÓN | 25 |
| 1.5. HIPÓTESIS | 26 |
| 1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL | 26 |
| 1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA..... | 26 |
| 1.6. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES | 26 |
| 1.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE..... | 26 |
| 1.6.2. VARIABLE DEPENDIENTE | 27 |
| | |
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO | 28 |
| 2.1. ANTECEDENTES | 28 |
| 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES | 28 |
| 2.1.2. ANTECEDENTE NACIONAL | 29 |
| 2.2. BASES TEÓRICAS | 30 |
| 2.2.1. MÉTODO PARA LA UTILIZACIÓN DE CABEZALES CON ALMOHADILLAS DE NEOPRENO EN EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO ENDURECIDO..... | 30 |
| 2.2.2. DISEÑO MEZCLA COMITÉ ACI 211 | 31 |
| 2.2.3. ASTM C330-05 ESPECIFICACIÓN NORMALIZADA PARA AGREGADOS LIVIANOS PARA CONCRETO ESTRUCTURAL..... | 33 |
| 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS..... | 34 |
| 2.3.1. CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO..... | 34 |
| 2.3.2. PERLA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO..... | 35 |
| 2.3.3. FIBRA METÁLICA | 36 |
| 2.3.4. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES | 37 |
| 2.3.5. CONTROL DE CALIDAD | 40 |
| | |
| CAPÍTULO III METODOLOGÍA..... | 42 |
| 3.1. MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN | 42 |
| 3.1.1. MÉTODO CIENTÍFICO | 42 |
| 3.1.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN..... | 42 |
| 3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN | 43 |
| 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA | 43 |
| 3.3.1. POBLACIÓN..... | 43 |

| | | |
|---|---|------------|
| 3.3.2. | MUESTRA | 45 |
| 3.4. | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS | 46 |
| 3.4.1. | TÉCNICAS | 46 |
| 3.4.2. | INSTRUMENTOS..... | 47 |
| 3.5. | PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO | 47 |
| 3.6. | ENSAYOS PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN | 53 |
| 3.6.1. | ENSAYOS PRELIMINARES DE LABORATORIO | 53 |
| CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN | | 61 |
| 4.1. | RESULTADOS GENERALES | 61 |
| 4.2. | RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PERLA DE POLIESTIRENO AL CONCRETO CONVENCIONAL..... | 103 |
| 4.3. | RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO LIGERO POR DOSIFICACIÓN DE FIBRA METÁLICA..... | 104 |
| 4.3.1. | CONCRETO LIGERO CON 20% DE PERLA DE POLIESTIRENO | 105 |
| 4.3.2. | CONCRETO LIGERO CON 40% DE PERLA DE POLIESTIRENO | 105 |
| 4.3.3. | CONCRETO LIGERO CON 100% DE PERLA DE POLIESTIRENO | 106 |
| 4.3.4. | RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO LIGERO POR VARIACIÓN EN LA DIMENSIÓN DE LA PERLA DE POLIESTIRENO | 106 |
| 4.4. | RESULTADO GENERAL DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO LIGERO POR ADICIÓN DE EPS MÁS DOSIFICACIÓN COMO ADITIVO DE FIBRA METÁLICA..... | 109 |
| 4.4.1. | RESULTADO GENERAL DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO LIGERO POR ADICIÓN DE EPS | 109 |
| 4.4.2. | RESULTADO GENERAL DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO LIGERO, ADICIONADO 20% DE EPS MÁS DOSIFICACIÓN COMO ADITIVO DE FIBRA METÁLICA | 110 |
| 4.4.3. | RESULTADO GENERAL DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO LIGERO, ADICIONADO 40% DE EPS MÁS DOSIFICACIÓN COMO ADITIVO DE FIBRA METÁLICA | 111 |
| 4.4.4. | RESULTADO GENERAL DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO LIGERO, ADICIONADO 100% DE EPS MÁS DOSIFICACIÓN COMO ADITIVO DE FIBRA METÁLICA..... | 112 |
| 4.5. | RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS | 114 |
| 4.6. | CONCLUSIÓN DE LA PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LOS TESTIGOS ENSAYADOS EN LABORATORIO | 221 |
| 4.6.1. | PRUEBA DE HIPÓTESIS NO PARAMÉTRICA ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE RANGOS DE SPEARMAN..... | 222 |
| 4.7. | DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 228 |
| 4.7.1. | DISCUSIÓN 1..... | 228 |
| 4.7.2. | DISCUSION 2..... | 231 |
| 4.7.3. | DISCUSIÓN 3..... | 233 |
| CONCLUSIONES..... | | 234 |
| RECOMENDACIONES | | 236 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | | 237 |
| ANEXOS | | 238 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla N° 1: Agua de mezclado planteado en litros. | 32 |
| Tabla N° 2: Relación agua cemento (a/c) por resistencia..... | 32 |
| Tabla N° 3: Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto (b/b0) | 33 |
| Tabla N° 4: Porcentaje de aire atrapado. | 33 |
| Tabla N° 5: Límites granulométricos para agregados ligeros. | 34 |
| Tabla N° 6: Caracterización técnica de la perla ETSAPOL. | 36 |
| Tabla N° 7: Límites del agua de mezcla. | 39 |
| Tabla N° 8: Coeficiente de variación y grado de control..... | 40 |
| Tabla N° 9: Población de testigos con adición de EPS de 20%. 40% y 100% con dimensión de 2mm, 6mm y 10 mm..... | 44 |
| Tabla N° 10: Población de testigos con adición de 20% de perla de poliestireno con dimensión de 2,6 y 10mm más fibra metálica dosificada como aditivo de 15, 30 y 60 Kg/m3 | 44 |
| Tabla N° 11: Población de testigos con adición de 40% de perla de poliestireno con dimensión de 2,6 y 10mm más fibra metálica dosificada como aditivo de 15, 30 y 60 Kg/m3 | 45 |
| Tabla N° 12: Población de testigos con adición de 100% de perla de poliestireno con dimensión de 2,6 y 10mm más fibra metálica dosificada como aditivo de 15, 30 y 60 Kg/m3 | 45 |
| Tabla N° 13: Selección de resistencia a la compresión promedio..... | 48 |
| Tabla N° 14: Relación de asentamiento y consistencia..... | 48 |
| Tabla N° 15: Selección de la cantidad de agua. | 49 |
| Tabla N° 16: Selección de la relación a/c | 49 |
| Tabla N° 17: Selección de la relación b/bo | 50 |
| Tabla N° 18: Capacidad de los moldes de especímenes para ensayos de resistencia a la compresión del concreto endurecido | 51 |
| Tabla N° 19: Número de capas requeridas en la elaboración de las muestras..... | 51 |
| Tabla N° 20: Diámetro de varilla y número de golpes por capa. | 52 |
| Tabla N° 21: Husos granulométricos del agregado grueso. | 59 |
| Tabla N° 22: Huso granulométrico del agregado fino. | 59 |
| Tabla N° 23: Toma de muestra para granulometría del agregado grueso. | 60 |
| Tabla N° 24: Resumen del PUS del agregado grueso. | 61 |
| Tabla N° 25: Resumen del PUC agregado grueso. | 62 |
| Tabla N° 26: Resumen del PUS del agregado fino..... | 62 |
| Tabla N° 27: Resumen del PUC del agregado fino. | 63 |
| Tabla N° 28: Resumen del peso específico del agregado fino. | 63 |
| Tabla N° 29: Resumen porcentaje de absorción del agregado fino. | 64 |
| Tabla N° 30: Resumen del peso específico del agregado grueso..... | 64 |
| Tabla N° 31: Resumen del porcentaje de absorción del agregado grueso. | 65 |
| Tabla N° 32: Resumen de la humedad del agregado grueso..... | 65 |
| Tabla N° 33: Resumen de la humedad del agregado fino. | 66 |
| Tabla N° 34: Resumen de la granulometría del agregado grueso. | 66 |
| Tabla N° 35: Resumen de la granulometría del agregado fino..... | 68 |
| Tabla N° 36: Resumen de diseño de mezcla patrón. | 69 |
| Tabla N° 37: Resumen diseño mezcla EPS 20% más FM 15 Kg/m3..... | 70 |
| Tabla N° 38: Resumen diseño mezcla EPS 20% más FM 30Kg/m3..... | 70 |
| Tabla N° 39: Resumen diseño de mezcla EPS 20% más FM 60 Kg/m3..... | 70 |
| Tabla N° 40: Resumen diseño de mezcla EPS 40% y FM 15 Kg/m3..... | 71 |
| Tabla N° 41: Resumen diseño de mezcla EPS 40% más FM 30 Kg/m3..... | 71 |
| Tabla N° 42: Resumen diseño de mezcla EPS 40% y FM 60 Kg/m3..... | 72 |
| Tabla N° 43: Resumen diseño mezcla EPS 100% más FM 15 Kg/m3..... | 72 |

| | |
|--|----|
| Tabla N° 44: Resumen diseño mezcla EPS 100% más Fm 30 KG/m ³ | 73 |
| Tabla N° 45: Resumen diseño mezcla EPS 100% más FM 60 Kg/m ³ | 73 |
| Tabla N° 46: Resumen de resistencia a la compresión por sustitución de EPS 20% de 2mm por el agregado fino en la mezcla. | 74 |
| Tabla N° 47: Resumen de resistencia a la compresión por sustitución de EPS 20% de 6mm por el agregado fino en la mezcla. | 74 |
| Tabla N° 48: Resumen de resistencia a la compresión por sustitución de EPS 20% de 10mm por el agregado fino en la mezcla. | 75 |
| Tabla N° 49: Resumen de resistencia a la compresión por sustitución de EPS 40% de 6mm por el agregado fino en la mezcla. | 77 |
| Tabla N° 50: Resumen de resistencia a la compresión por sustitución del EPS 40% de 6mm por el agregado fino en la mezcla. | 77 |
| Tabla N° 51: Resumen de resistencia a la compresión por sustitución de EPS 100% de 2mm por el agregado fino en la mezcla. | 79 |
| Tabla N° 52: Resumen de resistencia a la compresión por sustitución del EPS 100% de 6mm por el agregado fino en la mezcla. | 79 |
| Tabla N° 53: Resumen de resistencia a la compresión por sustitución de EPS 100% de 10mm por el agregado fino en la mezcla. | 80 |
| Tabla N° 54: Resumen de la resistencia a la compresión por adición de 20% de EPS de 2mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 15 Kg/m ³ | 81 |
| Tabla N° 55: Resumen de la resistencia a la compresión por adición de 20% de EPS de 6mm más dosificación como aditivo de fibra metálica 15Kg/m ³ | 82 |
| Tabla N° 56: Resumen de la resistencia a la compresión por adición de 20% de EPS de 10 mm más dosificación como aditivo de fibra metálica 15 Kg/m ³ | 82 |
| Tabla N° 57: Resumen de la resistencia a la compresión por adición de 20% de EPS de 2 mm más dosificación como aditivo de fibra metálica 30 Kg/m ³ | 84 |
| Tabla N° 58: Resumen de la resistencia a la compresión por adición de 20% de EPS de 6mm más dosificación como aditivo de fibra metálica 30Kg/m ³ | 84 |
| Tabla N° 59: Resumen de la resistencia a la compresión por adición de 20% de EPS de 10mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica 30 Kg/m ³ | 85 |
| Tabla N° 60: Resumen de resistencia a la compresión por adición de EPS 20% de 2mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 60 Kg/m ³ | 86 |
| Tabla N° 61: Resumen de resistencia a la compresión por adición de EPS 20% de 6mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 60 Kg/m ³ | 87 |
| Tabla N° 62: Resumen de resistencia a la compresión por adición de EPS 20% de 10mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 60 Kg/m ³ | 87 |
| Tabla N° 63: Resumen de resistencia a la compresión por adición de EPS 40% de 2mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 15 Kg/m ³ | 89 |
| Tabla N° 64: Resumen de resistencia a la compresión por adición de EPS 40% de 6mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 15 Kg/m ³ | 89 |
| Tabla N° 65: Resumen de resistencia a la compresión por adición de EPS 40% de 10mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 15 Kg/m ³ | 90 |
| Tabla N° 66: Resumen de resistencia a la compresión por adición de EPS 40% de 2mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 30 Kg/m ³ | 91 |
| Tabla N° 67: Resumen de resistencia a la compresión por adición de EPS 40% de 6mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 30 Kg/m ³ | 92 |
| Tabla N° 68: Resumen de resistencia a la compresión por adición de EPS 40% de 10mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 30 Kg/m ³ | 92 |
| Tabla N° 69: Resumen de resistencia a la compresión por adición de EPS 40% de 2mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 60 Kg/m ³ | 94 |

| | |
|--|-----|
| Tabla N° 70: Resumen de resistencia a la compresión por adición de EPS 40% de 6mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 60 Kg/m ³ | 94 |
| Tabla N° 71: Resumen de resistencia a la compresión por adición de EPS 40% de 10mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 60 Kg/m ³ | 95 |
| Tabla N° 72: Resumen de resistencia a la compresión por adición de EPS 100% de 2mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 15 Kg/m ³ | 96 |
| Tabla N° 73: Resumen de resistencia a la compresión por adición de EPS 100% de 6mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 15 Kg/m ³ | 97 |
| Tabla N° 74: Resumen de resistencia a la compresión por adición de EPS 100% de 10mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 15 Kg/m ³ | 97 |
| Tabla N° 75: Resumen de resistencia a la compresión por adición de EPS 100% de 2mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 30 Kg/m ³ | 99 |
| Tabla N° 76: Resumen de resistencia a la compresión por adición de EPS 100% de 6mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 30 Kg/m ³ | 99 |
| Tabla N° 77: Resumen de resistencia a la compresión por adición de EPS 100% de 10mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 30 Kg/m ³ | 100 |
| Tabla N° 78: Resumen de resistencia a la compresión por adición de EPS 100% de 2mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 60 Kg/m ³ | 101 |
| Tabla N° 79: Resumen de resistencia a la compresión por adición de EPS 100% de 6mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 60 Kg/m ³ | 102 |
| Tabla N° 80: Resumen de resistencia a la compresión por adición de EPS 100% de 10mm más la dosificación como aditivo de fibra metálica de 60 Kg/m ³ | 102 |
| Tabla N° 81: Resultado de MR (Modulo de Rotura), viga óptima..... | 115 |
| Tabla N° 82: Control de calidad del concreto ligero dosificado con EPS y FM. | 117 |
| Tabla N° 83: Estadísticos descriptivos – Análisis de la resistencia a la compresión del concreto ligero con EPS20%-2mm..... | 125 |
| Tabla N° 84: Estadístico descriptivo – Análisis de prueba de normalidad por Shapiro – Wilk para factor concreto EPS 20%-2mm..... | 126 |
| Tabla N° 85: Estadísticos descriptivos – Análisis de la resistencia a la compresión del concreto ligero con EPS 20%-6mm..... | 128 |
| Tabla N° 86: Estadístico descriptivo – Análisis de prueba de normalidad por Shapiro – Wilk para factor concreto EPS 20%-6mm..... | 130 |
| Tabla N° 87: Estadísticos descriptivos – Análisis de la resistencia a la compresión del concreto ligero con EPS 20%-10mm..... | 132 |
| Tabla N° 88: Estadístico descriptivo – Análisis de prueba de normalidad por Shapiro – Wilk para factor concreto EPS 20%-10mm..... | 133 |
| Tabla N° 89: Estadísticos descriptivos – Análisis de la resistencia a la compresión del concreto ligero con EPS 40%-2mm..... | 135 |
| Tabla N° 90: Estadístico descriptivo – Análisis de prueba de normalidad por Shapiro – Wilk para factor concreto EPS 40%-2mm..... | 137 |
| Tabla N° 91: Estadísticos descriptivos – Análisis de la resistencia a la compresión del concreto ligero con EPS40%-6mm..... | 139 |
| Tabla N° 92: Estadístico descriptivo – Análisis de prueba de normalidad por Shapiro – Wilk para factor concreto EPS 40%-6mm..... | 140 |
| Tabla N° 93: Estadísticos descriptivos – Análisis de la resistencia a la compresión del concreto ligero con EPS40%-10mm..... | 142 |
| Tabla N° 94: Estadístico descriptivo – Análisis de prueba de normalidad por Shapiro – Wilk para factor concreto EPS 40%-10mm..... | 144 |
| Tabla N° 95: Estadísticos descriptivos – Análisis de la resistencia a la compresión del concreto ligero con EPS 100%-2mm..... | 146 |

| | |
|---|-----|
| Tabla N° 96: Estadístico descriptivo – Análisis de prueba de normalidad por Shapiro – Wilk para factor concreto EPS 100%-2mm..... | 147 |
| Tabla N° 97: Estadísticos descriptivos – Análisis de la resistencia a la compresión del concreto ligero con EPS 100%-6mm..... | 149 |
| Tabla N° 98: Estadístico descriptivo – Análisis de prueba de normalidad por Shapiro – Wilk para factor concreto EPS 100%-6mm..... | 151 |
| Tabla N° 99: Estadísticos descriptivos – Análisis de la resistencia a la compresión del concreto ligero con EPS 100%-10mm..... | 153 |
| Tabla N° 100: Estadístico descriptivo – Análisis prueba normalidad por Shapiro – Wilk para factor concreto EPS 100%-10mm..... | 154 |
| Tabla N° 101: Estadísticos descriptivos – Análisis de la resistencia a la compresión del concreto ligero con EPS 20%-2mm –FM 15, 30 y 60 Kg/m3. | 156 |
| Tabla N° 102: Estadístico descriptivo – Análisis de prueba de normalidad por Shapiro – Wilk para factor concreto EPS 2%-2mm-FM 15.30 y 60 Kg/m3..... | 161 |
| Tabla N° 103: Estadísticos descriptivos – Análisis de la resistencia a la compresión del concreto ligero con EPS 20%-6mm –FM 15, 30 y 60 Kg/m3. | 166 |
| Tabla N° 104: Estadístico descriptivo – Análisis de prueba de normalidad por Shapiro – Wilk para factor concreto EPS 20%-6mm-FM 15.30 y 60 Kg/m3..... | 171 |
| Tabla N° 105: Estadísticos descriptivos – Análisis de la resistencia a la compresión del concreto ligero con EPS 20%-10mm –FM 15, 30 y 60 Kg/m3. | 176 |
| Tabla N° 106: Estadístico descriptivo – Análisis de prueba de normalidad por Shapiro – Wilk para factor concreto EPS 20%-10mm-FM 15.30 y 60 Kg/m3..... | 181 |
| Tabla N° 107: Estadísticos descriptivos – Análisis de la resistencia a la compresión del concreto ligero con EPS 40%-2mm –FM 15, 30 y 60 Kg/m3. | 186 |
| Tabla N° 108: Estadístico descriptivo – Análisis de prueba de normalidad por Shapiro – Wilk para factor concreto EPS 40%-2mm-FM 15.30 y 60 Kg/m3..... | 191 |
| Tabla N° 109: Estadísticos descriptivos – Análisis de la resistencia a la compresión del concreto ligero con EPS 40%-6mm –FM 15, 30 y 60 Kg/m3. | 192 |
| Tabla N° 110: Estadístico descriptivo – Análisis de prueba de normalidad por Shapiro – Wilk para factor concreto EPS 40%-6mm-FM 15.30 y 60 Kg/m3..... | 197 |
| Tabla N° 111: Estadísticos descriptivos – Análisis de la resistencia a la compresión del concreto ligero con EPS 40%-10mm –FM 15, 30 y 60 Kg/m3. | 198 |
| Tabla N° 112: Estadístico descriptivo – Análisis de prueba de normalidad por Shapiro – Wilk para factor concreto EPS 40%-10mm-FM 15.30 y 60 Kg/m3..... | 203 |
| Tabla N° 113: Estadísticos descriptivos – Análisis de la resistencia a la compresión del concreto ligero con EPS 100%-2mm –FM 15, 30 y 60 Kg/m3. | 204 |
| Tabla N° 114: Estadístico descriptivo – Análisis de prueba de normalidad por Shapiro – Wilk para factor concreto EPS 100%-2mm-FM 15.30 y 60 Kg/m3..... | 209 |
| Tabla N° 115: Estadísticos descriptivos – Análisis de la resistencia a la compresión del concreto ligero con EPS 100%-6mm –FM 15, 30 y 60 Kg/m3. | 210 |
| Tabla N° 116: Estadístico descriptivo – Análisis de prueba de normalidad por Shapiro – Wilk para factor concreto EPS 100%-6mm-FM 15.30 y 60 Kg/m3..... | 215 |
| Tabla N° 117: Estadísticos descriptivos – Análisis de la resistencia a la compresión del concreto ligero con EPS 100%-10mm –FM 15, 30 y 60 Kg/m3. | 216 |
| Tabla N° 118: Estadístico descriptivo – Análisis de prueba de normalidad por Shapiro – Wilk para factor concreto EPS 100%-10mm-FM 15.30 y 60 Kg/m3..... | 221 |
| Tabla N° 119: Prueba hipótesis de la influencia de la dosificación EPS % de 2mm en el concreto ligero..... | 222 |
| Tabla N° 120: Prueba hipótesis de la influencia de la dosificación EPS % de 6mm en el concreto ligero..... | 223 |

| | |
|---|-----|
| Tabla N° 121: Prueba hipótesis de la influencia de la dosificación EPS % de 10mm en el concreto ligero..... | 224 |
| Tabla N° 122: Prueba hipótesis de la influencia de la dosificación de fibra metálica al concreto ligero de 20% de EPS..... | 225 |
| Tabla N° 123: Prueba hipótesis de la influencia de la dosificación de fibra metálica al concreto ligero de 40% de EPS..... | 226 |
| Tabla N° 124: Prueba hipótesis de la influencia de la dosificación de fibra metálica al concreto ligero de 100% de EPS..... | 227 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura N° 1: Fisuras por compresión en elementos estructurales. | 22 |
| Figura N° 2: Aporte de la fibra metálica en la resistencia del concreto. | 23 |
| Figura N° 3: Relación de la uniformidad del tamaño de agregados en los vacíos. | 24 |
| Figura N° 4: Resistencia a la compresión del concreto reforzado con fibra metálica. | 37 |
| Figura N° 5: Relación entre tamaño del agregado, origen y el porcentaje de absorción. | 38 |
| Figura N° 6: Efecto del ácido tánico en la resistencia del concreto. | 40 |
| Figura N° 7: Ensayo a la compresión del concreto. | 41 |
| Figura N° 8: Curva granulométrica del agregado grueso. | 67 |
| Figura N° 9: Curva granulométrica del agregado fino. | 68 |
| Figura N° 10: Resistencia a la compresión del concreto ligero por la adición de EPS 20% de dimensión de 2, 6 y 10 mm. | 75 |
| Figura N° 11: Resumen de resistencia a la compresión, por sustitución de EPS 40% de 2mm por el agregado fino en la mezcla. | 76 |
| Figura N° 12: Resistencia a la compresión del concreto ligero por la adición de EPS 40% de dimensión de 2, 6 y 10 mm. | 78 |
| Figura N° 13: Resistencia a la compresión del concreto ligero por la adición de EPS 100% de dimensión de 2, 6 y 10 mm. | 80 |
| Figura N° 14: Resistencia a la compresión por la adición de 20% de EPS de diámetro de 2, 6 y 10 mm más dosificación como aditivo de fibra metálica 15 Kg/m ³ | 83 |
| Figura N° 15: Resistencia a la compresión por adición de EPS 20% de dimensión de 2, 6 y 10 mm más dosificación como aditivo de fibra metálica de 30 Kg/m ³ | 85 |
| Figura N° 16: Resistencia a la compresión por adición de EPS 20% de dimensión de 2, 6 y 10 mm más dosificación como aditivo de fibra metálica de 60 Kg/m ³ | 88 |
| Figura N° 17: Resistencia a la compresión por adición de EPS 40% de dimensión de 2, 6 y 10 mm más dosificación como aditivo de fibra metálica de 15 Kg/m ³ | 90 |
| Figura N° 18: Resistencia a la compresión por adición de EPS 40% de dimensión de 2, 6 y 10 mm más dosificación como aditivo de fibra metálica de 30 Kg/m ³ | 93 |
| Figura N° 19: Resistencia a la compresión por adición de EPS 40% de dimensión de 2, 6 y 10 mm más dosificación como aditivo de fibra metálica de 60 Kg/m ³ | 95 |
| Figura N° 20: Resistencia a la compresión por adición de EPS 100% de dimensión de 2, 6 y 10 mm más dosificación como aditivo de fibra metálica de 15 Kg/m ³ | 98 |
| Figura N° 21: Resistencia a la compresión por adición de EPS 100% de dimensión de 2, 6 y 10 mm más dosificación como aditivo de fibra metálica de 30 Kg/m ³ | 100 |
| Figura N° 22: Resistencia a la compresión por adición de EPS 100% de dimensión de 2, 6 y 10 mm más dosificación como aditivo de fibra metálica de 60 Kg/m ³ | 103 |
| Figura N° 23: Resistencia vs porcentaje de EPS. | 104 |
| Figura N° 24: Resistencia vs aditivo de fibra metálica. | 105 |
| Figura N° 25: Resistencia vs aditivo de fibra metálica. | 105 |
| Figura N° 26: Resistencia vs aditivo fibra metálica. | 106 |
| Figura N° 27: Resistencia vs dimensión de la perla de poliestireno. | 107 |
| Figura N° 28: Resistencia vs dimensión de la perla de poliestireno. | 107 |
| Figura N° 29: Resistencia vs dimensión de la perla poliestireno. | 108 |
| Figura N° 30: Resistencia vs dimensión de la perla de poliestireno. | 108 |
| Figura N° 31: Cuadro de resultados de resistencia a la compresión de concreto ligero. | 109 |
| Figura N° 32: Peso unitario del concreto ligero por adición de perla de poliestireno. | 110 |
| Figura N° 33: Peso unitario de concreto ligero por adición de EPS 20%. | 110 |
| Figura N° 34: Variación del peso unitario por dosificación de fibra metálica. | 111 |
| Figura N° 35: Peso unitario del concreto ligero por adición 40% EPS. | 111 |

| | |
|--|-----|
| Figura N° 36: Variación del peso unitario por dosificación de fibra metálica..... | 112 |
| Figura N° 37: Peso unitario del concreto ligero por adición 100% EPS. | 112 |
| Figura N° 38: Variación del peso unitario por dosificación de fibra metálica. | 113 |
| Figura N° 39: Resistencia a la flexión de viga..... | 114 |
| Figura N° 40: Resistencia a la flexión de las vigas diseñadas..... | 116 |
| Figura N° 41: Histograma para el factor resistencia a la compresión concreto ligero con EPS 20%- 2mm | 127 |
| Figura N° 42: Grafico Q-Q normal para factor resistencia a la compresión concreto ligero EPS 20%- 2mm. | 127 |
| Figura N° 43: Diagrama de caja para el factor resistencia a la compresión del concreto ligero EPS 20% - 2mm..... | 128 |
| Figura N° 44: Histograma para el factor resistencia a la compresión concreto ligero con EPS 20%- 6mm. | 130 |
| Figura N° 45: Grafico Q-Q normal para factor resistencia a la compresión concreto ligero EPS 20%- 6mm. | 131 |
| Figura N° 46: Diagrama de caja para el factor resistencia a la compresión del concreto ligero EPS 20% - 6mm..... | 131 |
| Figura N° 47: Histograma para el factor resistencia a la compresión concreto ligero con EPS 20%- 10 mm. | 134 |
| Figura N° 48: Gráfico Q-Q normal para factor resistencia a la compresión concreto ligero EPS 20%- 10mm. | 134 |
| Figura N° 49: Diagrama de caja para el factor resistencia a la compresión del concreto ligero EPS 20% - 10mm..... | 135 |
| Figura N° 50: Histograma para el factor resistencia compresión concreto ligero con EPS 40%-2 mm. | 137 |
| Figura N° 51: Grafico Q-Q normal para factor resistencia a la compresión concreto ligero EPS 40%- 2mm. | 138 |
| Figura N° 52: Diagrama de caja para el factor resistencia a la compresión del concreto ligero EPS 40% - 2mm..... | 138 |
| Figura N° 53: Histograma para el factor resistencia a la compresión concreto ligero con EPS 40%-6 mm. | 141 |
| Figura N° 54: Gráfico Q-Q normal para factor resistencia a la compresión concreto ligero EPS 40%- 2mm. | 141 |
| Figura N° 55: Diagrama de caja para el factor resistencia a la compresión del concreto ligero EPS 40% - 2mm..... | 142 |
| Figura N° 56: Histograma para el factor resistencia a la compresión concreto ligero con EPS 40%- 10 mm. | 144 |
| Figura N° 57: Grafico Q-Q normal para factor resistencia a la compresión concreto ligero EPS 40%- 10mm. | 145 |
| Figura N° 58: Diagrama de caja para el factor resistencia a la compresión del concreto ligero EPS 40% - 10mm..... | 145 |
| Figura N° 59: Histograma para el factor resistencia a la compresión concreto ligero con EPS 100%- 2mm. | 148 |
| Figura N° 60: Grafico Q-Q normal para factor resistencia a la compresión concreto ligero EPS 100%- 2mm. | 148 |
| Figura N° 61: Diagrama de caja para el factor resistencia a la compresión del concreto ligero EPS 40% - 10mm..... | 149 |
| Figura N° 62: Histograma para el factor resistencia a la compresión concreto ligero con EPS 100%- 6mm. | 151 |

| | |
|---|-----|
| Figura N° 63: Gráfico Q-Q normal para factor resistencia a la compresión concreto ligero EPS 100%-6mm..... | 152 |
| Figura N° 64: Diagrama de caja para el factor resistencia a la compresión del concreto ligero EPS 100% - 6mm..... | 152 |
| Figura N° 65: Histograma para el factor resistencia a la compresión concreto ligero con EPS 100%-10mm. | 155 |
| Figura N° 66: Grafico Q-Q normal para factor resistencia a la compresión concreto ligero EPS 100%-10mm. | 155 |
| Figura N° 67: Diagrama de caja para el factor resistencia a la compresión del concreto ligero EPS 100% - 10mm..... | 156 |
| Figura N° 68: Histograma con factor resistencia $F'c$ del concreto ligero EPS 20%-2m-FM 15 kg/m ³ | 162 |
| Figura N° 69: Grafico Q-Q con factor resistencia $F'c$ del concreto ligero con EPS 20%-2m-15 kg/m ³ | 162 |
| Figura N° 70: Diagrama de cajas con factor $F'c$ del concreto ligero con EPS 20%-2m-15 kg/m ³ .163 | |
| Figura N° 71: Histograma con factor resistencia $F'c$ del concreto ligero EPS 20%-2m-FM 30 kg/m ³ | 163 |
| Figura N° 72: Grafico Q-Q con factor resistencia $F'c$ del concreto ligero con EPS 20%-2m-30kg/m ³ | 164 |
| Figura N° 73: Diagrama de cajas con factor $F'c$ del concreto ligero con EPS 20%-2m-30 kg/m ³ .164 | |
| Figura N° 74: Histograma con factor resistencia $F'c$ del concreto ligero EPS 20%-2m-FM 60 kg/m ³ | 165 |
| Figura N° 75: Gráfico Q-Q con factor resistencia $F'c$ del concreto ligero con EPS 20%-2m-60kg/m ³ | 165 |
| Figura N° 76: Diagrama de cajas con factor $F'c$ del concreto ligero con EPS 20%-2m-60 kg/m ³ .166 | |
| Figura N° 77: Histograma con factor resistencia $F'c$ del concreto ligero EPS 20%-6mm-FM 15 kg/m ³ | 172 |
| Figura N° 78: Gráfico Q-Q con factor resistencia $F'c$ del concreto ligero con EPS 20%-6mm-15 kg/m ³ | 172 |
| Figura N° 79: Diagrama de cajas con factor $F'c$ del concreto ligero con EPS 20%-6m-15 kg/m ³ .173 | |
| Figura N° 80: Histograma con factor resistencia $F'c$ del concreto ligero EPS 20%-6mm-FM 30 kg/m ³ | 173 |
| Figura N° 81: Grafico Q-Q con factor resistencia $F'c$ del concreto ligero con EPS 20%-6mm-30 kg/m ³ | 174 |
| Figura N° 82: Diagrama de cajas con factor $F'c$ del concreto ligero con EPS 20%-6m-30 kg/m ³ .174 | |
| Figura N° 83: Histograma con factor resistencia $F'c$ del concreto ligero EPS 20%-6mm-FM 60 kg/m ³ | 175 |
| Figura N° 84: Grafico Q-Q con factor resistencia $F'c$ del concreto ligero con EPS 20%-6mm-60 kg/m ³ | 175 |
| Figura N° 85: Diagrama de cajas con factor $F'c$ del concreto ligero con EPS 20%-6m-60 kg/m ³ .176 | |
| Figura N° 86: Histograma con factor resistencia $F'c$ del concreto ligero EPS 20%-10mm-FM 15 kg/m ³ | 182 |
| Figura N° 87: Grafico Q-Q con factor resistencia $F'c$ del concreto ligero con EPS 20%-10mm-15 kg/m ³ | 182 |
| Figura N° 88: Diagrama de cajas con factor $F'c$ del concreto ligero con EPS 20%-10m-15 kg/m ³ | 183 |
| Figura N° 89: Histograma con factor resistencia $F'c$ del concreto ligero EPS 20%-10mm-FM 30 kg/m ³ | 183 |
| Figura N° 90: Grafico Q-Q con factor resistencia $F'c$ del concreto ligero con EPS 20%-10mm-30 kg/m ³ | 184 |

| | |
|---|-----|
| Figura N° 91: Diagrama de cajas con factor $F'c$ del concreto ligero con EPS 20%-10m-30 kg/m ³ | 184 |
| Figura N° 92: Histograma con factor resistencia $F'c$ del concreto ligero EPS 20%-10mm-FM 60 kg/m ³ | 185 |
| Figura N° 93: Grafico Q-Q con factor resistencia $F'c$ del concreto ligero con EPS 20%-10mm-60 kg/m ³ | 185 |
| Figura N° 94: Diagrama de cajas con factor $F'c$ del concreto ligero con EPS 20%-10m-60 kg/m ³ | 186 |

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

| | |
|---|-----|
| Fotografía 1: Perla poliestireno y fibra metálica..... | 280 |
| Fotografía 2: Perla de poliestireno y Fibra Metálica..... | 280 |
| Fotografía 3:Tamaño máximo agregado..... | 281 |
| Fotografía 4:Tamaño nominal máximo..... | 281 |
| Fotografía 5: Sumersión del agregado grueso para peso específico..... | 282 |
| Fotografía 6: Agregado grueso superficialmente seco saturado..... | 282 |
| Fotografía 7: Secado para peso específico aparente..... | 283 |
| Fotografía 8: Agregado grueso sumergido..... | 283 |
| Fotografía 9: Agregado grueso sumergido en agua..... | 284 |
| Fotografía 10: Cono para determinar peso específico aparente del agregado fino..... | 284 |
| Fotografía 11: Peso superficialmente seco saturado del agregado fino..... | 285 |
| Fotografía 12: Peso específico del agregado fino..... | 286 |
| Fotografía 13: Peso del testigo..... | 286 |
| Fotografía 14: Curado de testigos..... | 287 |
| Fotografía 15: Mezclado del concreto y elaboración de testigos..... | 288 |
| Fotografía 16: Muestra de testigos..... | 288 |
| Fotografía 17: Ensayo a flexión de vigas..... | 289 |

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es darle la importancia a la fibra metálica como un material innovador para mejorar la resistencia mecánica, esencialmente resistencia a la compresión del concreto ligero. La adición de material liviano como la perla de poliestireno se empleó para la producción de concreto ligero, que implica sustituirla mediante adiciones en porcentajes y con variables dimensiones de tamaño por el agregado fino. La inclusión de la fibra metálica como aditivo se diseñó en base al peso de la mezcla total del concreto ligero.

Se tomó como muestra especímenes que fueron elaborados en laboratorio, en las cuales los diseños de mezcla se desarrollaron en base a normativas del comité ACI 211 y las Normas Técnicas Peruanas, además de la referencia de la normativa ASTM C330-05, que desarrolla la especificaciones necesarias y básicas para los agregados livianos que sean empleados para la producción de concreto estructural. Se elaboró 10 muestras por cada porcentaje de adición de perlas de poliestireno de variables dimensiones del tamaño; estas representan 20, 40 y 100% con las dimensiones de 2, 6,10 mm, la influencia de la toma de 10 muestras representa un criterio estadístico, que permitieron evaluar la varianza, desviación estándar de los resultados, además que permitió definir el control de calidad requerido en una investigación. La dosificación de fibra metálica fue de 15, 30 y 60 Kg/m³, que fueron proporcionadas debidamente para probetas de 4 x 8 pulgadas que se abastecen de un total de 5 Kg de mezcla.

Para determinar las proporciones de mezcla que produzcan las resistencias a la compresión más altas comparadas con un concreto estructural, se realizó el ensayo a la compresión de testigos en sus edades de roturación a los 7 días que alcanza el 70% de su resistencia final, a los 14 días que alcanza su resistencia aproximadamente 90% y a los 28 días que es su resistencia final, debido a que el cemento se ha hidratado en su totalidad, por el curado del testigo.

ABSTRACT

The objective of this research is to give importance to metallic fiber as an innovative material to improve mechanical resistance, supra resistance to compression of lightweight concrete, the addition of light material such as polystyrene bead, was used for the production of concrete light, which implies replacing it through additions in percentages and with variable dimensions of size by the fine aggregate. The inclusion of metallic fiber as an additive was designed based on the weight of the total mix of lightweight concrete.

Specimens that were elaborated in the laboratory were taken as samples, in which the mixture designs were developed based on regulations of the ACI 211 committee and the Peruvian Technical Standards, in addition to the reference of the ASTM C330-05 standard, which develops the specifications necessary and basic for the lightweight aggregates that are used for the production of structural concrete. 10 samples were made for each percentage of addition of polystyrene beads of variable size dimensions, these represent 20, 40 and 100% with the dimensions of 2, 6.10 mm, the influence of taking 10 samples represents a statistical criteria, which allowed evaluating the variance, standard deviation of the results, in addition to defining the quality control required in an investigation. The dosage of metallic fiber was 15, 30 and 60 Kg / m³, which were duly provided for 4 x 8-inch test tubes that are supplied with a total of 5 Kg of mixture.

In order to determine the mixing proportions that produce the highest compressive strengths compared to structural concrete, the test was carried out on the understanding of the cores at their failure ages at 7 days, which reached 70% of their final resistance, at after 14 days it reaches its resistance approximately 90% and at 28 days which is its final resistance, due to the fact that the cement has been completely hydrated, due to the curing of the control.