

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto
adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Lisbeth Katy Rodriguez Santa Cruz

ASESOR

Pedro Ramon Patazca Rojas

<https://orcid.org/0000-0001-9630-7936>

Chiclayo, 2025

**Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del
concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras**

PRESENTADA POR

Lisbeth Katy Rodriguez Santa Cruz

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Cesar Eduardo Cachay Lazo

PRESIDENTE

Luis Quiroz Quiñones

SECRETARIO

Pedro Ramon Patazca Rojas

VOCAL

Dedicatoria

A mi familia, porque su paciencia y su apoyo incondicional han hecho posible esto; a mi asesor de tesis, porque su experiencia me ha ayudado a lograr mis objetivos.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas mis amistades por su apoyo emocional incondicional, que me ha ayudado a perseverar y encontrarme a mí mismo en momentos difíciles. Además, quiero expresar mi gratitud a Andrew Montenegro, cuya influencia en mi vida ha sido el motor y motivo de llevar y culminar con éxito mi carrera universitaria.

RP - 2025 - 3006 - 0018

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	9%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1%
8	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%
9	documents.mx Fuente de Internet	<1%

Índice

Abstract	20
Introducción	21
Revisión de la Literatura	28
Antecedentes	28
Antecedentes Internacionales	28
Antecedentes Nacionales.....	30
Antecedentes Regionales.....	30
Bases Teórico Científicas.....	31
Pavimentos	31
Pavimentos Flexibles.....	32
Pavimentos Rígidos.....	32
Incorporación de Adiciones en el Concreto	34
Fibra de Acero Sika Fiber® CHO 80/60 NB	37
Ensayo en los Materiales.....	38
AGREGADOS. (NTP 339.185/ MTC E 215/).....	38
AGREGADOS. (NTP 400.012/ MTC E 204/ ASTM C 136).....	38
AGREGADOS. (NTP 400.017/MTC E 203/).....	39
AGREGADOS. (NTP 400.022).	40
AGREGADOS. (NTP 400.021/MTC E 206/ASTM C127).....	40
CONCRETO. (NTP 339.035)	40
ASTM C 1579	41
CONCRETO. (NTP 339.183)	41
CONCRETO. (NTP 339.034)	42
CONCRETO. (NTP 339.078)	42
CONCRETO. (NTP 339.084)	42
CONCRETO. (ASTM C 1202).....	43

CONCRETO. (UNE-EN 12390-8)	43
CONCRETO. (ASTM C1585-04).....	44
CONCRETO ASTM C1579 - 06	44
CONCRETO ASTM C944.....	44
Método del ACI para diseños de Mezcla	45
Materiales y Métodos	49
Tipo Investigación.....	49
Diseño de Investigación	50
Hipótesis.....	51
Operacionalización de Variables.....	51
Población, Muestra y Muestreo.....	53
Población.....	53
Muestra.....	53
Muestreo.....	54
Criterios de Selección.....	59
Fibra de Acero Entrefilado	59
F'c de Diseño	60
Cemento	61
Agregados.....	62
Agua	62
Slump	63
Procedimiento.....	63
Obtención de los Agregados	63
Ensayo de los Materiales.....	63
Técnica de Recolección de Datos.....	93
Estrategias Metodológicas de la Investigación	94
Resultados y Discusión	96

Resultados de los agregados.....	96
Resultado del diseño de mezcla.....	97
Resultados Ensayo de Elasticidad	103
Resultado de Slump.....	104
Resultado del Ensayo de Resistencia a la Compresión	105
Resultado de flexión.....	112
Resultado de tracción	114
Resultado de permeabilidad	116
Resultado de capilaridad	119
Resultado de penetración de ion de cloruros.....	122
Resultado de Abrasión	123
Resultado del Ensayo de Fisuración.....	125
Rentabilidad Económica del Proyecto	128
Discusiones.....	133
Conclusiones	143
Recomendaciones.....	146
Referencias	147
Anexos.....	153

Lista de Tablas

Tabla 1 : Asentamientos recomendados según el tipo de construcción. Fuente: ACI 211.1-91	45
Tabla 2: Resistencia promedio según el $F'c$ requerido. Fuente: Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado.....	45
Tabla 3: Agua de mezclado necesario a utilizar en función del Slump y del tamaño máximo nominal. Fuente: ACI 211, tabla 6.3.3.	46
Tabla 4: Contenido de Aire Atrapado según los Tamaños Máximos Nominales del agregado Grueso. Fuente: ACI 211	47
Tabla 5: Relación a/c según los $f'c$ de diseño. Fuente: ACI 211	47
Tabla 6: Requisitos para concretos Expuestos a Soluciones de Sulfatos. Fuente. E.0.60 Concreto Armado.	48
Tabla 7: Peso del agregado grueso, teniendo en cuenta el tamaño máximo nominal del agregado grueso y el volumen del agregado grueso seco y compactado. Fuente: ACI 211	49
Tabla 8: Variables de Operacionalización. Fuente: Elaboración Propia.....	52
Tabla 9: Muestreo para el ensayo de resistencia a la compresión. Fuente: Elaboración Propia.	54
Tabla 10: Muestreo para el ensayo de resistencia a la flexión. Fuente: Elaboración Propia. .	54
Tabla 11: Muestro para el ensayo de tracción diametral en concretos). Fuente: Elaboración Propia.	55
Tabla 12: Muestreo para el Ensayo de Permeabilidad propuesto. Fuente: Elaboración Propia.	56
Tabla 13: Muestro para el ensayo de Capilaridad. Fuente: Elaboración Propia.	56
Tabla 14: Muestreo propuesto para el ensayo de Ion Cloruro. Fuente: Elaboración Propia...	57
Tabla 15: Muestreo propuesto para el ensayo de Abrasión . Fuente: Elaboración Propia.....	57
Tabla 16: Muestreo propuesto para el ensayo de Agrietamiento por contracción plástica. Fuente: Elaboración Propia.	58
Tabla 17: Requisitos para concretos Expuestos a Soluciones de Sulfatos. Fuente. E.0.60 Concreto Armado.	60
Tabla 18: Límites de granulometría para agregados Finos. Fuente: NTP 400.037.....	65
Tabla 19: Limites de granulometría de agregados Gruesos. Fuente: NTP 400.037	65
Tabla 20: Paso número 1 del método de ACI. Fuente: ACI	69
Tabla 21: Técnicas de recolección de datos. Fuente: Elaboración Propia.	93

Tabla 22: Resultados obtenidos de los agregados empleados en la investigación. Fuente: Propia.	96
Tabla 23: Resultados agregados. Fuente: Propia.	97
Tabla 24: Tabla de relación A/C. Fuente: ACI.	98
Tabla 25: Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidades de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino (b/bo). Fuente: ACI 316.....	99
Tabla 26: Materiales por kg/m ³ de concreto con adiciones. Fuente: Propia.	103
Tabla 27: Resultados obtenidos para el ensayo de Slump en concreto fresco en diferentes dosificaciones. Fuente: Elaboración Propia.	105
Tabla 28: Resultados obtenidos por el ensayo de Resistencia a la Comprensión adicionando fibra de acero entrefilado con fines de pavimentación. Fuente: Propia.	105
Tabla 29: Resultados de Resistencia a la Comprensión Resumen.	111
Tabla 30: Resultados de Resistencia a la Flexión Resumen.	113
Tabla 31: Tabla de Resultados de Tracción.	114
Tabla 32: Tabla de Resultados a Tracción resumen.....	115
Tabla 33: Resultados de Permeabilidad. Fuente: Propia.....	116
Tabla 34: Tabla de Resultados a Permeabilidad resumen.....	117
Tabla 35: Resultados del ensayo por Absortividad. Fuente: Propia.	119
Tabla 36: Resultado de velocidad de absorción de agua (asertividad), tabla resumen.	120
Tabla 37: Resultados finales del ensayo por Penetración de Cloruros. Fuente: Propia.	122
Tabla 38: Resultados obtenidos por Abrasión al concreto. Fuente: propia.....	123
Tabla 39: Resultados resumen del ensayo por Abrasión. Fuente: Propia.	123
Tabla 40: Resultados obtenidos por el ensayo de Fisuración. Fuente: propia.	125
Tabla 41: Resultados resumen del ensayo de Fisuración. Fuente: Propia.	127
Tabla 42: Costos concreto Patrón por m ³	129
Tabla 43: Costos concreto con adición 1% por m ³	129
Tabla 44: Costos concreto con adición 1.5% por m ³	130
Tabla 45: Costos concreto con adición 2% por m ³	130
Tabla 46: Costos concreto con adición 2.5% por m ³	131
Tabla 47: Tabla resumen de costos unitarios por m ³	131

Lista de Figuras

Figura 1: Tipos de pavimentos.	32
Figura 2: Sección transversal de un Pavimento Flexible.	32
Figura 3: Estructura de un Pavimento Rígido.	33
Figura 4: Procedimiento constructivo de una Pavimentación Rígida. Fuente: pavimentos rigidos (storage.googleapis.com).....	34
Figura 5: Tipos de fibras. Fuente: [41, p. 12].....	35
Figura 6: Tipo de microfibra (sintética). Fuente: [41, p. 9]	35
Figura 7: Concreto sin reforzar en ensayos de tenacidad. Fuente [41, p. 13]	36
Figura 8: Concreto fibroreforzado con macrofibras en ensayos de tenacidad con una adición en peso kg/m ³ del concreto. Fuente: [41, p. 13]	36
Figura 9: Relación Carga vs. Deflexión de una viga sometida a impacto (a diferentes velocidades). Fuente: [32, p. 23]	37
Figura 10: Ensayo NTP 339.185. Fuente: Propia.....	38
Figura 11: Ensayo NTP 400.012. Fuente: Propia.....	39
Figura 12: Ensayo NTP 400.017. Fuente: Propia.....	39
Figura 13: Ensayo NTP 400.021. Fuente: Propia.....	40
Figura 14: Proceso Cuantitativo. Fuente: [48]	50
Figura 15: Esquema de experimentos. Fuente: [48].....	51
Figura 16: Saco de 20 kg de Fibra de acero entrefilado Sika Fiber CHO 80/60 NB. Fuente: Elaboración Propia.	60
Figura 17: Forma en la que viene la Fibra de acero entrefilado Sika Fiber CHO 80/60 NB. Fuente: Elaboración Propia.	60
Figura 18: Muestra de la fibra y su presentación como fibra entrefilado. Fuente: Elaboración Propia.	60
Figura 19: Cemento utilizado (Cemento marca Pacasmayo MS). Fuente: Elaboración Propia.	62
Figura 20: Cemento marca Pacasmayo (MS), por la parte posterior. Fuente: Elaboración Propia.	62
Figura 21: Agregado Grueso proveniente de la cantera “Tres Tomas”. Fuente: Elaboración Propia.	62
Figura 22: Agregado Fino proveniente de la cantera de “Pátapo”. Fuente: Elaboración Propia.	62

Figura 23: Medida del Slump del concreto Patrón 3''.	Fuente: Elaboración Propia.	63
Figura 24: Proceso del cuarteo.	Fuente: Elaboración Propia.	64
Figura 25: Cuarteo del Ag. Fino.	Fuente: Elaboración Propia.	64
Figura 26: Peso de la muestra a emplear del Agregado Fino.	Fuente: Elaboración Propia.	64
Figura 27: Proceso de cuarteo del Ag. Grueso.	Fuente: Elaboración Propia.	64
Figura 28: Cuarteo finalizado del agregado grueso, en esta parte se decide cual diagonal ensayar por granulometría.	Fuente: Elaboración Propia.	64
Figura 29: Peso de la muestra del Ag. Grueso para el ensayo de granulometría.	Fuente: Elaboración Propia.	64
Figura 30: Proceso de pesado del molde junto con el agregado.	Fuente: Propia.	66
Figura 31: Proceso de enrazado del molde quitando el material excedente.	Fuente: Propia.	66
Figura 32: Proceso de llenado del molde.	Fuente: Propia.	67
Figura 33: Proceso de varillado de la muestra.	Fuente: Propia.	67
Figura 34: Proceso de realización del ensayo con el Ag. Fino.	Fuente: Propia.	68
Figura 35: Proceso de culminación del ensayo.	Fuente: Propia.	68
Figura 36: Proceso de secado a la intemperie.	Fuente: Propia.	69
Figura 37: Muestra antes de ser colocada en el horno.	Fuente: Propia.	69
Figura 38: Diseño de mezcla con un factor de seguridad de 84 kg/cm ² .	Fuente: Elaboración Propia.	70
Figura 39: Resultado obtenido de la rotura a 28 días del diseño de mezcla adicionando un factor de seguridad de 84 kg/cm ² .	Fuente: Elaboración Propia.	70
Figura 40: Rotura de un diseño de mezcla a 28 días con un factor de seguridad de 84 kg/cm ² .	Fuente: Elaboración Propia.	70
Figura 41: Resultado obtenido de la rotura adicionando un factor de seguridad de 84 kg/cm ² a un f'c de diseño de 280 kg/cm ² .	Fuente: Elaboración Propia.	70
Figura 42: Proceso de realización de las vigas.	Fuente: Propia.	72
Figura 43: Proceso culminado de llenado de probetas.	Fuente: Propia.	72
Figura 44: Proceso de llenado culminado de vigas.	Fuente: Propia.	72
Figura 45: Proceso de etiquetado de probetas para tracción.	Fuente: Propia.	72
Figura 46: Proceso de etiquetado de vigas.	Fuente: Propia.	72
Figura 47: Etiquetado de muestras patrón sin adiciones para los ensayos de resistencia, flexión y tracción.	Fuente: Propia.	72

Figura 48: Forma en la que viene la fibra de acero por la condición de ser entrefilado. Fuente: Propia.	73
Figura 49: La fibra de acero después de estar en el agua de mezclado y ser retirada. Fuente: Propia.	73
Figura 50: Fibra de acero entrefilado después de pasar por un proceso de inmersión de agua. Fuente: Propia.	73
Figura 51: Proceso de realización del ensayo para determinar el Slump en concretos. Fuente: Elaboración Propia.	74
Figura 52: Medición para determinar el Slump en una muestra de concreto. Fuente: Elaboración Propia.	74
Figura 53: Materiales necesarios para el proceso de mezclado de concreto. Fuente: Elaboración Propia.	75
Figura 54: Agregados pesados de acuerdo con las dosificaciones de cada componente para realizar la mezcla de concreto. Fuente: Elaboración Propia.	75
Figura 55: Testigos de concreto realizados para el ensayo de Resistencia a la Compresión. Fuente: Elaboración Propia.	75
Figura 56: Proceso de llenado de las vigas. Fuente: Elaboración Propia.	75
Figura 57: Llenado de vigas de concreto a diferentes porcentajes de adiciones. Fuente: Elaboración Propia.	75
Figura 58: Etiquetado de las vigas de concreto. Fuente: Elaboración Propia.	75
Figura 59: Proceso de vaciado de las probetas para el ensayo de Tracción. Fuente: Elaboración Propia.	76
Figura 60: Etiquetado de probetas para el ensayo de Tracción. Fuente: Elaboración Propia. .	76
Figura 61: Falla de una probeta ensayada por flexión en la dosificación de 2.5%. Fuente: Elaboración Propia.	76
Figura 62: Proceso de pulido de una cara de las probetas para Permeabilidad. Fuente: Propia.	77
Figura 63: Proceso de colocación de las probetas para ensayarlas por Permeabilidad. Fuente: Propia.	77
Figura 64: Maquinaria para utilizada para el ensayo de permeabilidad. Fuente: Elaboración Propia.	77
Figura 65: Proceso de ejecución del ensayo de Permeabilidad. Fuente: Elaboración Propia. .	77

Figura 66: Proceso de rotura a tracción de las probetas ensayadas por Permeabilidad. Fuente: Propia.	78
Figura 67: Proceso de marcado de la probeta patrón para determinar su penetración de agua. Fuente: Propia.	78
Figura 68: Proceso finalizado de rotura a tracción para el ensayo de Permeabilidad. Fuente: Propia.	78
Figura 69: Marcación finalizada de la probeta patrón para el ensayo. Fuente: Propia.	78
Figura 70: Proceso de medición de las probetas ensayadas para determinar valores. Fuente: Propia.	79
Figura 71: Proceso de rotura para el 1% Fuente: Propia.	79
Figura 72: Proceso de rotura para el 1.5%. Fuente: Propia.	79
Figura 73: Proceso de rotura para 2%. Fuente: Propia.	80
Figura 74: Proceso de rotura 2.5%. Fuente: Propia.	80
Figura 75: Proceso de pesado de las probetas con silicona, concreto patrón. Fuente: Propia.	81
Figura 76: Proceso de pesado de las probetas con silicona, probeta de 1%. Fuente: Propia. ..	81
Figura 77: Proceso de pesado de las probetas con silicona, probeta de 1.5%. Fuente: Propia.	81
Figura 78: Proceso de pesado de las probetas con silicona, probeta 2%. Fuente: Propia.	81
Figura 79: Proceso de pesado de las probetas con siliconas, probeta 2.5%. Fuente: Propia.	82
Figura 80: Proceso de redondeado de las probetas. Fuente: Propia.	83
Figura 81: Probetas redondeadas en la cortadora. Fuente: Propia.	83
Figura 82: Maquinaria empleada para el proceso de curación por un lapso de 3h de las probetas. Fuente: Propia.	84
Figura 83: Proceso de medición de las probetas a ensayar. Fuente: Propia.	84
Figura 84: Silicona utilizada para sellar las filtraciones. Fuente: Propia.	84
Figura 85: Producto NaCl y NaOH, empleados para el ensayo. Fuente: Propia.	84
Figura 86: Proceso de preparación para de NaOH y el NaCl. Fuente: Propia.	84
Figura 87: Proceso de armado de la máquina. Fuente: Propia.	85
Figura 88: Proceso de llenado con la sustancia a la máquina. Fuente: Propia.	85
Figura 89: Proceso de toma de datos de las probetas ensayadas por Penetración de Cloruros. Fuente: Propia.	85
Figura 90: Reacción de la probeta al ensayo de penetración de ion de cloruros, 2.5% de adición. Fuente: propia.	85

Figura 91: Reacción de la probeta al ensayo de penetración de ion de cloruros, 2% de adición. Fuente: propia.....	86
Figura 92: Moldes poseen una dimensión de 0.5*0.36*1m.	87
Figura 93: Proceso de colocación del aceite desmoldante.	87
Figura 94: Limpieza del trompo.....	87
Figura 95: Proceso de llenado de los moldes.	88
Figura 96: Proceso de chuceado de la primera muestra patrón.....	88
Figura 97: Proceso de vaciado de la segunda muestra patrón.....	88
Figura 98: Resultado obtenido de 1 molde de la muestra patrón.	88
Figura 99: Moldes realizados con la adición de 1%.....	89
Figura 100: Proceso de vaciado de los moldes en el porcentaje de 1.5% de adición de fibra de acero entrefilado.....	89
Figura 101: El proceso de vaciado de los moldes en el 1.5% de adición de fibra.	89
Figura 102: Proceso de vaciado de los moldes en el porcentaje de 1.5% de adición de fibra de acero entrefilado.....	90
Figura 103: Proceso de llenado a 2% de adición.....	90
Figura 104: Proceso de llenado a 2.5% de adición.	91
Figura 105: Primeras 7 losas obtenidas para ser evaluadas mediante el ensayo de fisuración.	91
Figura 106: Las 3 losas restantes obtenidas para ser ensayadas.....	91
Figura 107: Sopladora empleada en el desmoldado de probetas cilíndricas. Fuente: Elaboración Propia.	92
Figura 108: Etiquetado de probetas y vigas. Fuente: Elaboración Propia.....	92
Figura 109: Proceso de curado de los especímenes de concreto (Probetas y Vigas). Fuente: Elaboración Propia.	92
Figura 110: Operacionalización de variables. Fuente: Elaboración Propia.	95
Figura 111: Curva granulométrica del Ag. Fino. Fuente: Elaboración Propia.	96
Figura 112: Curva granulométrica del Ag. Grueso. Fuente: Elaboración Propia.	97
Figura 113: Asentamientos recomendados según el tipo de construcción. Fuente: ACI 211.1- 91.....	98
Figura 114: Fórmulas obtenidas de la norma E 0.60 de Concreto Armado. Fuente: Norma Peruana.	103
Figura 115: Curva de resistencia del concreto patrón. Fuente: Elaboración Propia.	108

Figura 116: Curva de Resistencia + 1% de adición de Fibra Sika Fiber CHO NB. Fuente: Elaboración Propia.	108
Figura 117: Curva de Resistencia + 1.5% de adición de Fibra Sika Fiber CHO 80/60 NB. Fuente: Elaboración Propia.	109
Figura 118: Curva de Resistencia + 2% de adición de Fibra Sika Fiber CHO 80/60 NB. Fuente: Elaboración Propia.	109
Figura 119: Curva de Resistencia + 2.5% de adición de Fibra Sika Fiber CHO 80/60 NB. Fuente: Elaboración Propia.	110
Figura 120: Comparativa de resistencia por Días del $f'c=280$ kg/cm ²	110
Figura 121: Comparación de Valores de Resistencia a la Compresión de $f_c=280$ kg/cm ² ...	111
Figura 122: Comparativa de los resultados obtenidos del ensayo de flexión por Días del $f'c=280$ kg/cm ²	113
Figura 123: Comparativa de los resultados obtenidos del ensayo de Tracción por días.....	116
Figura 124: Comparativa de los resultados obtenidos del ensayo de Permeabilidad (mm vs %).	118
Figura 125: Comparación de Absorción del Agua (Asertividad) según los % de adición de fibras.....	121
Figura 126: Comparación de Penetración de Ion cloruros vs los Porcentajes de adición evaluados.....	122
Figura 127: Comparación de los resultados de Ensayo de Abrasión vs los porcentajes de adición evaluados.....	124
Figura 128: Comparación de los resultados de Ensayo de Fisuración vs los porcentajes de adición evaluados.	127
Figura 129: Precio actual de la bolsa de fibra de refuerzo SikaFiber CHO 80/60 NB. Fuente: Sika center Perú.....	128
Figura 130: Grafico representativo de los análisis de precios unitarios.	132
Figura 131: Estructura de concreto permeable sin incorporación de fibras. Fuente: [55].	138
Figura 132: Estructura de concreto permeable con incorporación de fibras. Fuente: [55]. ...	138
Figura 133: Ficha Tecnica Sika Fiber CHO 80/60 NB. Fuente: Sika.	154
Figura 134: Ficha técnica Cemento Pacasmayo (MS). Fuente: Pacasmayo.	155
Figura 135: Estadístico de la superficie del País, según el Ministerio de Transportes, fuente: [6, p. 1].....	206

Figura 136: Ensayo de Slump para un concreto patrón 280 kg/cm ² . Fuente: Elaboración Propia.	206
Figura 137: Ensayo de Slump para 1% de adición de Sika Fiber CHO 80/60 NB. Fuente: Elaboración Propia.	207
Figura 138: Ensayo de Slump para 1.5% de adición de Sika Fiber CHO 80/60 NB. Fuente: Elaboración Propia.	207
Figura 139: Ensayo de Slump para 2.5% de adición de Sika Fiber CHO 80/60 NB. Fuente: Elaboración Propia.	207
Figura 140: Rotura de un testigo a 14 días para el ensayo de Tracción (concreto patrón). Fuente: Elaboración Propia.	208
Figura 141: Rotura de un segundo testigo a 14 días para el ensayo de Tracción (concreto patrón). Fuente: Elaboración Propia.	208
Figura 142: Rotura de una probeta a 1 d del concreto patrón. Fuente: Elaboración Propia...	209
Figura 143: Rotura de una segunda probeta a 1 d del concreto patrón. Fuente: Elaboración Propia.	209
Figura 144: Rotura de una probeta para ensayo Resistencia a la Compresión a 3 días con 1% adición. Fuente: Elaboración Propia.	210
Figura 145: Rotura de una segunda probeta para ensayo Resistencia a la Compresión a 3 días con 1% adición. Fuente: Elaboración Propia.	210
Figura 146: Rotura del concreto patrón a 7 días para el ensayo de Resistencia a la Compresión. Fuente: Elaboración Propia.	211
Figura 147: Rotura de un segundo testigo de concreto patrón a 7 días para el ensayo de Resistencia a la Compresión. Fuente: Elaboración Propia.....	211
Figura 148: Rotura de un tercer testigo de concreto patrón a 7 días para el ensayo de Resistencia a la Compresión. Fuente: Elaboración Propia.....	212
Figura 149: Rotura de una viga ensayada. Fuente: Elaboración Propia.....	212
Figura 150: Rotura de una probeta a 14 días para el ensayo de Tracción diametral (1.5% de adición). Fuente: Elaboración Propia.	213
Figura 151: Rotura de una probeta a 14 días para el ensayo de Tracción diametral (1% de adición). Fuente: Elaboración Propia.	213
Figura 152: Rotura de una probeta a 21 días para el ensayo de Resistencia a la Compresión (1% de adición). Fuente: Elaboración Propia.	214

Figura 153: Rotura de una segunda probeta a 21 días para el ensayo de Resistencia a la Compresión (1% de adición). Fuente: Elaboración Propia.	214
Figura 154: Rotura de una tercera probeta a 21 días para el ensayo de Resistencia a la Compresión (1% de adición). Fuente: Elaboración Propia.	215
Figura 155: Probeta cilíndrica con adición de 2.5% de fibra de acero para el ensayo de Tracción Diametral. Fuente: Elaboración Propia.	215
Figura 156: Segunda probeta cilíndrica con adición de 2.5% de fibra de acero para el ensayo de Tracción Diametral. Fuente: Elaboración Propia.	216
Figura 157: Probeta cilíndrica con adición de 2% de fibra de acero para el ensayo de Tracción Diametral. Fuente: Elaboración Propia.	216
Figura 158: Rotura a Tracción de una probeta a 2% de adición de fibra de acero. Fuente: Elaboración Propia.	217
Figura 159: Rotura a Tracción de una probeta a 2.5% de adición de fibra de acero. Fuente: Elaboración Propia.	217
Figura 160: Proceso de rotura a tracción de las probetas ensayadas por Permeabilidad. Fuente: Propia.	218
Figura 161: Proceso de marcado de la probeta patrón para determinar su Penetración de agua. Fuente: Propia.	218
Figura 162: Marcación finalizada de la probeta patrón para el ensayo de Permeabilidad. Fuente: Propia.	219
Figura 163: Proceso de medición de las probetas ensayadas para determinar sus valores. Fuente: Propia.	219
Figura 164: Proceso de rotura 1% ensayo de Permeabilidad. Fuente: Propia.....	220
Figura 165: Proceso de rotura 1.5% para Permeabilidad. Fuente: Propia.....	220
Figura 166: Proceso de rotura 2%. para el ensayo de Permeabilidad. Fuente: Propia.	220
Figura 167: Proceso de rotura 2.5% para el ensayo de Permeabilidad. Fuente: Propia.	221
Figura 168: Peso de la probeta patrón para el ensayo de Capilaridad. Fuente: Propia.	221
Figura 169: Peso de la probeta de 1% para el ensayo de Capilaridad. Fuente: Propia.	222
Figura 170: Peso de la probeta 2% para el ensayo de Permeabilidad. Fuente: Propia.....	222
Figura 171: Peso de la probeta 2% para el ensayo de Capilaridad. Fuente: Propia.	223
Figura 172: Peso de la probeta 2.5% para el ensayo de Permeabilidad. Fuente: Propia.....	223
Figura 173: Molde para el ensayo de fisuración.	224
Figura 174: Proceso de llenado de moldes para el ensayo de fisuración.	224

Figura 175: Llenado parcial primer molde, con 0% porcentaje de adición.	225
Figura 176: Primer molde realizado para el ensayo de fisuración.	225
Figura 177: Llenado de los dos moldes a utilizar para el ensayo, concreto patrón.....	226
Figura 178: Llenado de los dos moldes a utilizar para el ensayo, concreto 1% de adición. ..	226
Figura 179: Llenado de los dos moldes a utilizar para el ensayo, con adición.	227
Figura 180: Moldes realizados para el proceso de fisuración.	227
Figura 181: El resto de moldes empleados para el ensayo de fisuración.	227

Resumen

Esta investigación evaluó el comportamiento del concreto hidráulico para pavimento rígido en zonas costeras, específicamente en la ciudad de Pimentel, mediante la incorporación de diferentes porcentajes de fibras de acero entrefilado tipo Sika Fiber CHO 80/60 (1%, 1.5%, 2% y 2.5% en peso). Se estableció un diseño de mezcla patrón ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$) con agregados convencionales, a partir del cual se compararon los efectos de la incorporación de fibras sobre las propiedades mecánicas (compresión, tracción, flexión), la durabilidad (permeabilidad, penetración de cloruros, capilaridad), resistencia a la abrasión, fisuración por retracción plástica y rentabilidad económica. Los resultados demostraron que el 1% de fibras representa el mejor equilibrio entre resistencia estructural, control de fisuración y viabilidad económica, con un incremento de resistencia a compresión del 7.58%, a tracción del 3.46% y una reducción del 54.38% en el ancho de fisura, respecto al concreto patrón. Por otro lado, mayores dosificaciones (2.5%) mejoraron significativamente la resistencia a la abrasión y eliminaron totalmente la fisuración, pero a costa de una mayor permeabilidad, menor trabajabilidad y un incremento del 112.66% en el costo por m^3 . Se concluye que una dosificación controlada de fibras metálicas es eficaz para mejorar el rendimiento del concreto en ambientes agresivos, siendo la proporción del 1% la más adecuada para combinar eficiencia técnica y económica.

Palabras Claves: pavimentaciones rígidas, fibras de acero entrefilado, resistencia, durabilidad, zonas costeras

Abstract

This research evaluated the performance of hydraulic concrete for rigid pavements in coastal areas, specifically in the city of Pimentel, by incorporating different percentages of steel fibers (Sika Fiber CHO 80/60) at 1%, 1.5%, 2%, and 2.5% by weight. A control mix design ($f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$) with conventional aggregates was established, and the effects of fiber addition were compared in terms of mechanical properties (compressive, tensile, and flexural strength), durability (permeability, chloride ion penetration, capillary absorption), abrasion resistance, plastic shrinkage cracking, and economic feasibility. Results showed that 1% fiber content offers the best balance between structural strength, cracking control, and cost-efficiency, with a 7.58% increase in compressive strength, 3.46% increase in tensile strength, and a 54.38% reduction in crack width compared to the control mix. Higher dosages (2.5%) significantly improved abrasion resistance and eliminated cracking, but at the expense of higher permeability, reduced workability, and a 112.66% increase in cost per cubic meter. It is concluded that a controlled dosage of steel fibers is effective in enhancing concrete performance in aggressive environments, with 1% being the most suitable proportion for achieving both technical and economic efficiency.

Keywords: Rigid paving, interlined steel fibers, strength, durability, coastal areas

Introducción

A nivel mundial, el progreso de la ingeniería vial ha sido fundamental para el desarrollo de cada país a lo largo de la historia. Aunque en la antigüedad los primeros caminos se construyeron para el transporte de tropas y ejércitos, en la actualidad el valor de esta disciplina ha evolucionado y se ha vuelto más importante en el ámbito económico.

La ingeniería vial es una de las ramas más importantes de la ingeniería civil porque se puede medir el nivel de desarrollo de un país por el número de carreteras con las que cuenta. La política en todos los países del mundo considera importante acoger el transporte como uno de los objetivos fundamentales, ya que se suele considerar el desarrollo de la infraestructura terrestre como una condición a priori para garantizar el desarrollo [1], dejando en claro entonces que el número de carreteras existentes en un país y el propio estado correspondiente de estas, son las que logran transmitir cuanta libertad financiera posee un país en vías de desarrollo como lo es el nuestro, y esto se debe a que las vías de comunicación terrestre sirven a la sociedad en necesidades esenciales como la educación, trabajo, alimentación y salud, facilitando la vida de las personas que vivimos en sociedad [2].

La red vial de un país es esencial para el progreso, ya que es el único medio de transporte que permite la movilidad de las personas. Si las vías de comunicación del país no son adecuadas para satisfacer las necesidades básicas de la sociedad, es muy probable que los ciudadanos no experimenten una mejora económica y por ende no se reduzca la pobreza [2]. Es importante destacar que el sistema de transporte no solo permite el movimiento de mercancías y personas, sino que también engloba un concepto más amplio. Estas infraestructuras son un mecanismo de transmisión que facilita la circulación de capital a nivel mundial y son un componente estratégico de la producción que contribuye a la reproducción y desarrollo de la sociedad en su conjunto [1, p. 3].

El concreto en la ingeniería es algo que se utiliza día a día, las funciones de este material dentro de la misma carrera llegan a tener muchas varianzas, en su mayoría son implementadas a ser usadas dentro de elementos estructurales que conocemos hoy en día, los cuales se encargan de soportar esfuerzos a compresión, flexión o tracción, algunos ejemplos de los usos de este material tan versátil son: edificios y viviendas, hospitales, escuelas, aeropuertos, puentes, túneles, carreteras, etc. [3, p. 1]

Los pavimentos rígidos, comúnmente conocidos como pavimentos de concreto, representan una solución eficiente y duradera en proyectos de infraestructura vial. Estos pavimentos están compuestos por una capa de rodadura diseñada para ofrecer seguridad, economía y funcionalidad a largo plazo. Si bien tanto los pavimentos flexibles como los de concreto hidráulico presentan ventajas y desventajas, la elección entre ellos debe basarse en un análisis técnico y económico que considere las condiciones específicas del proyecto. En particular, los especialistas sugieren que en suelos de baja calidad o con características desfavorables, los pavimentos rígidos son una opción más adecuada debido a su mayor resistencia estructural y su capacidad para reducir costos a largo plazo gracias a su extensa vida útil. [4, p. 2]. Se tiene como datos estadísticos que a nivel nacional solo el 13.3% de la Red Vial Regional en toda la zona norte de nuestro país se encuentra pavimentado, lo cual tiene una equivalencia a 587.4 kilómetros de un total de 4426.4 kilómetros por lo que se conoce que la brecha vial en esta parte del país aún es grande, la mayor región que cuenta con un porcentaje de carreteras pavimentadas es la región Lambayeque en cuya red Vial Nacional encontramos 96.1%, en su Red Vial Departamental un porcentaje de 30.9% y en la Red Vial Vecinal solo 1.3% de obras pavimentadas [5].

El estado peruano ha venido impulsando a lo largo de los años más construcciones de pavimentaciones en sus 3 redes, tanto en la Nacional, departamental y rural, sin embargo, muchas de estas construcciones viales construidas, se encuentran gravemente deterioradas [6, p. 1].

En la actualidad existen diversos métodos de pavimentación y esto se lo debemos a los avances tecnológicos en cuanto a estudios de los nuevos materiales de construcción, que han llegado a evolucionar hasta obtener un sistema de infraestructura capaz de soportar una vida larga con un servicio de mantenimiento bajo, su uso determinara que tipo de pavimentación emplear, ya que el denominador común en ambos tipos de pavimentaciones yace en que ambos dispongan de una buena capacidad frente a cargas actuantes, ambos tipos presentan una serie de ventajas y desventajas que deberán ser cuidadosamente evaluadas para la elección de la capa de rodadura [7].

Las pavimentaciones rígidas son básicamente estructuras cuya superficie de rodadura está conformada por losas de concreto de cemento portland, se puede llegar a apoyar directamente del suelo en soluciones “A Profundidad Total” o a través de capaz base o subbases en soluciones llamadas “Multicapas”, dichas pavimentaciones tienen la capacidad de distribuir de manera

eficiente las cargas sobre el suelo repartiéndolas en las áreas de las losas, lo que da como resultado cargas menores al ser distribuidas, cabe recalcar que la cantidad de capas y los espesores de este tipo serán determinados por los tráficos y el tipo de suelo con los que se cuenten cuyos datos serán diferentes según el uso o la ubicación de la obra a realizar [8, p. 7].

Es por ello que, gracias a su potencial y versatilidad que generalmente en otros países este tipo de pavimentaciones son utilizadas de una manera más frecuente para la construcción de diferentes obras civiles, y no solo son empleadas con una manera más usual sino también de una forma más eficiente, dando una tentativa de que a nivel internacional se emplean tanto pavimentos rígidos como flexibles en iguales proporciones, siendo México un claro ejemplo de un país hispanohablante en diseñar sus pavimentaciones de concreto con una durabilidad de 20 a 25 años, Estados Unidos los están llevando a periodos de entre 30 a 40 años y Europa se diseñan para poseer una vida útil de hasta 50 años a más [9, p. 4].

Aunque el asfalto es el material preferido para construir autopistas y pavimentos en Latinoamérica, los pavimentos de concreto hidráulico han demostrado su durabilidad y sostenibilidad. En una región con geografía extensa y fragmentada, la industria de la pavimentación enfrenta grandes desafíos, no solo para satisfacer las necesidades sociales, sino también para hacerlo de manera sostenible. La durabilidad de las infraestructuras viales está relacionada con su capacidad para resistir fenómenos naturales y el cambio climático, factores que escapan al control humano y que complican su diseño y mantenimiento. Por ello, es esencial adoptar estrategias de planificación y construcción que prioricen materiales resilientes y enfoques sostenibles, asegurando que las carreteras se adapten a condiciones adversas. Además, la integración de tecnologías avanzadas y estudios ambientales puede ayudar a prever riesgos y optimizar recursos, prolongando la vida útil de estas obras y reduciendo costos a largo plazo. [10].

Perú es un país rico en diversidad de flora y fauna, y cuenta con una variedad de climas en sus distintas regiones. Sin embargo, nuestra patria enfrenta los estragos de la naturaleza durante la temporada de lluvias, lo que trae consigo consecuencias significativas, como el desbordamiento de ríos, huacos y deslizamientos de tierra. Estos fenómenos causan daños en las carreteras, afectando directamente la movilidad de las personas y el transporte de alimentos, así como la comercialización. Todas estas actividades se ven perjudicadas cuando se deterioran las infraestructuras viales peruanas [11].

Este tipo de daños a las infraestructuras viales vienen de la mano de lo que se le conoce comúnmente como el “Fenómeno del Niño” o el “Niño Costero”, es dicho fenómeno el que es responsable de las fuertes precipitaciones de lluvias las cuales hacen colapsar las redes de saneamiento y alcantarillado, así como los desbordamientos de los ríos las cuales se dan principalmente en tres regiones del norte del país: Tumbes, Piura y Lambayeque [12].

En Perú, las pocas pavimentaciones rígidas construidas no duran tanto como fueron diseñadas. En particular, las obras viales ubicadas en zonas costeras muestran un constante deterioro. Las principales causas de este deterioro son el entorno en el que se encuentran y la exposición a sulfatos y cloruros. Además, la presencia del fenómeno de El Niño agrava aún más el estado de estas pavimentaciones. Por lo tanto, es crucial mejorar la resistencia y durabilidad de los concretos, considerando los agentes externos que los afectan. [13]

Desde un punto de vista económico y de calidad, las pavimentaciones rígidas son las más efectivas en términos de durabilidad y rendimiento. A pesar de que en Perú la mayoría de las infraestructuras viales se construyen con materiales bituminosos, los datos indican que optar por una inversión inicial más baja no siempre es la mejor opción para elegir el tipo de pavimentación adecuado. Por lo tanto, es importante considerar cuidadosamente el costo total de propiedad y la vida útil de las diferentes opciones de pavimentación antes de tomar una decisión [8, p. 9].

Cuando hablamos de bajos costos en pavimentaciones hablamos sobre los costos totales tanto de puesta en obra como de mantenimiento que se le pueden llegar a dar a este tipo de infraestructuras viales, hay que tener en cuenta analizando las figuras 3 y 4 que, los costos de producción de las pavimentaciones de asfalto son más baratas en comparación a las rígidas en aproximadamente 22 mil soles, pero si analizamos también su mantenimiento para que ambas infraestructuras viales cumplan el mismo periodo de vida útil nos damos cuenta que las pavimentaciones de concreto son más baratas que las pavimentaciones de asfalto por un total de 72 mil soles, en conclusión si vemos de manera panorámica la situación es más favorable optar por la construcción de pavimentaciones rígidas ahorrándose 52 mil soles a comparación de las flexibles. Sin embargo, la normativa con la cual se diseñe las pavimentaciones rígidas también tiene que ver en el tema económico, existen dos formas por las cuales se pueden llegar a diseñar pavimentaciones rígidas una de ellas el AASTHO 93 y la segunda opción es el PCA 84, cuando se analizan ambos métodos se obtienen resultados alentadores cuando se les compara a los diseños de pavimentaciones flexibles, tomando a las pavimentaciones de asfalto

como un 100%, los diseños según AASTHO 93 arrojan un valor porcentual de 100.7% mayor al pavimento flexible, y el diseño por PCA 84 de una pavimentación rígida arroja un valor porcentual de 98.5%, reduciendo el tan famoso coste inicial por el cual se suele optar por las pavimentaciones flexibles, todos estos valores porcentuales están ligados a su puesta en obra visto de manera porcentual en donde podemos concluir que utilizando el PCA 84 podemos reducir en 1.5% la puesta en obra de pavimentaciones de concreto en comparación a pavimentaciones flexibles, y en una comparativa midiendo el costo de mantenimiento de estos dos métodos (AASTHO 93 Y PCA 84), obtenemos tomando como referencia los costos de mantenimiento de una pavimentación flexible un 100% que, el AASTHO 93 tiene un costo en valor porcentual de mantenimiento de 40.2% mientras que el método PCA 84 obtenemos un costo en valor porcentual de mantenimiento del 52.7% en comparación a las pavimentaciones flexibles, ambas formas de diseño muestran ahorro en la parte económica de utilizar este tipo de pavimentaciones. [14, p. 2].

Estos valores de mantenimiento se deben básicamente a que las pavimentaciones flexibles requieren mantenimientos de forma regular y refuerzos de manera periódica, mientras que el concreto solo requiere un mantenimiento aproximadamente cada 10 años (sellado de juntas), dando como conclusión que se puede ahorrar aproximadamente hasta un 30% en costos de mantenimiento cuando se emplean pavimentos de concreto [14, p. 2].

También es importante considerar, dentro del análisis económico, no solo los costos de instalación y mantenimiento, sino además las condiciones particulares del terreno. Estas condiciones están determinadas por el tipo de suelo en el que se proyecta la construcción. En nuestro país, generalmente se clasifican los suelos en varias categorías, ya sean buenos, regulares o malos. A través de ensayos geotécnicos, como la determinación del índice CBR, es posible evaluar la capacidad portante del suelo en cada zona de estudio. Cuando los resultados indican suelos con bajos valores de CBR es decir, suelos con malas condiciones de soporte, las pavimentaciones de concreto suelen ser una opción más económica y eficiente a largo plazo en comparación con las pavimentaciones flexibles. [15, p. 68].

Dentro de la justificación ambiental encontramos que ahora con la modernización de las cosas y el cambio climático en proceso de aumento en forma alarmante, el mundo en general se preocupa más por el impacto ambiental que llega a tener el sector de la construcción dentro del medio ambiente, entonces lo que se busca es que este tipo de construcciones viales es que tengan un enfoque más positivo en el tema de la sostenibilidad de nuestro planeta. Esto es

debido a que llegar a mitigar el impacto ambiental dentro del sector de la construcción es un gran reto, el sector de la construcción causa grandes impactos al medio ambiente, en el aire, el suelo y el agua, es por ello que este sector se llega a considerar a nivel mundial como una de las principales fuentes de contaminación medioambiental, por los efectos que este produce al medio ambiente de manera directa o indirecta [16] y [14, p. 4].

Dentro de los factores ambientales tenemos “El efecto Isla de Calor Urbano” las superficies de rodadura poseen la característica de reflejar la luz, la cual viene determinada por el albedo (medida de la reflectividad) de la superficie, esta se encuentra cuantificada por el porcentaje de la energía solar que se ve absorbida o reflejada, en comparación con la energía solar total, esto quiere decir que según el tipo de materiales que se emplean este aumentará o disminuirá la temperatura. Los pavimentos son aproximadamente un tercio de todas las superficies urbanas siendo los pavimentos flexibles aquellos que cuentan con una capa de rodadura oscura, la cual se calienta con el sol por efecto del albedo, y llegan a absorber entre 80-95% de lo que sería la luz solar a la cual se ven expuestos, estas agravan el calor dentro de las zonas urbanas, contribuyendo con el calentamiento global, mediante la radiación de calor en la atmósfera, mientras que las pavimentaciones de concreto o pavimentaciones rígidas reducen dicho efecto, y todo ello debido a que el concreto es un material frío y también debido a una característica innata del concreto que viene a ser su color [14, p. 5].

Cuando no se trata dicho efecto, pueden llegar a producir ciertos inconvenientes como los siguientes: un aumento de consumo energético, disminución de la calidad del aire y deterioro de la salud. Cuando se habla por ejemplo del aumento del consumo energético encontramos que las temperaturas cálidas de las ciudades hacen que en la sociedad aumente la necesidad del uso de los aires acondicionados dentro de los hogares para así lograr disminuir los efectos de calor generados en la zona lo cual da como resultado un aumento en el consumo energético realizado por la sociedad. Como parte de la disminución en la calidad del aire que respiramos podemos encontrar, que un aire a temperatura cálida produce la aceleración de la formación de lo que conocemos como smog y niebla, y esto lo hace debido a los contaminantes atmosféricos presentes en las zonas urbanas como vendrían a ser los nitrógenos y los compuestos orgánicos volátiles. Y en el deterioro de la salud tenemos que, asociados una mayor temperatura del aire con una menor calidad de este, se pueden agravar enfermedades como la deshidratación, golpes de calor, síncope por calor, asma, arritmias entre otros de los cuales destacan los problemas cardiovasculares y respiratorios. [17] y [18].

Otra condición que sale a flote cuando se trata de cuidar el medio ambiente es que la utilización de un material tan común como viene a ser el cemento para llegar a realizar concretos en las pavimentaciones rígidas nos dan la facilidad de lograr una reutilización del producto o un posible reciclado, el concreto básicamente se usa en todas partes cuando se crean infraestructuras, esto lo posiciona como el segundo material más usado después del agua, lo que genera que sea uno de los materiales más usados a nivel mundial, aunque esto también lo posiciona como uno de los materiales que más generan desechos, donde aproximadamente se obtienen 900 millones de toneladas en un año tan solo en Europa, EEUU y Japón, el concreto ante esto tiene una forma de solución ante la inmensa cantidad que contamina al medio ambiente y es que es un material que puede llegar a ser reutilizado o recuperado, mediante un proceso de trituramiento o reutilizado como agregados en nuevos proyectos. Se puede considerar en la industria de la construcción que el reciclaje del concreto es una de las mejores prácticas que se pueden proponer para un desarrollo sostenible, ya que en algunos países industrializados se puede llegar a obtener una recuperación casi completa de este material mientras que en países poco desarrollados vemos que el concreto solo contamina más como desechos innecesarios en basureros municipales [19, p. 3]. Los principales beneficios del concreto reciclado incluyen la reducción de los desechos y la degradación ambiental, el reemplazo de recursos vírgenes y la reducción de los costos ambientales asociados con la explotación de recursos naturales. Cuando se guarda en el mismo lugar donde puede ser reutilizado, también reduce los costos de transporte. Además, gracias a su densidad y compactación, funciona bien para aplicaciones de reutilización y reduce los costos e impuestos asociados con la eliminación de desechos. Finalmente, el reciclaje de concreto crea puestos de trabajo, lo cual es fundamental para la supervivencia de este sector [19, p. 7].

La justificación social de esta investigación gira en torno a impulsar e incentivar el uso de pavimentaciones hidráulicas con adiciones de fibras, y la población beneficiada con este valioso aporte, son aquellos profesionales especialistas en carreteras, estudiantes y docentes que deseen llegar a alimentar sus conocimientos sobre este tipo de pavimentaciones, ya que los malos resultados de pavimentaciones flexibles construidas en el entorno peruano, producen pérdidas económicas al país, y pueden estar ligado no solo a un mal diseño de una pavimentación flexible, sino a la mala elección del tipo de pavimentación que se construye, ya que nunca se toman en cuenta aspectos importantes como su rentabilidad y su ubicación.

En esta investigación en la parte de la justificación tecnológica lo que se busca lograr promover es el uso de nuevas técnicas más modernas aplicadas en pavimentaciones hidráulicas, incentivando el uso de materiales incorporados en los concretos en pro de encontrar o desarrollar concretos mejores, revisando que cada uno de los diseños, se adecuen según las situaciones que se planteen, tratando de destacar la búsqueda, de un equilibrio entre resistencia y durabilidad de estas losas de concreto hidráulico e impulsando el análisis de procesos referentes a este tema.

Finalmente tomemos en cuenta que generalmente las pavimentaciones de concreto hidráulico no solo están sometidos a todo tipo de grandes cargas que conllevan grandes daños, sino que también están sometidos a grandes esfuerzos producidos por cambio de temperatura, cambios de humedad, cargas de tránsito y es debido a ello, que no solo es fundamental realizar un buen diseño de un pavimento de concreto o emplear agregados de buena calidad, sino también ayudar al concreto a desempeñarse mejor por lo que es importante el uso de adiciones al concreto que puedan brindar mejoras, volviendo así al concreto usado en pavimentos rígidos, un concreto mejor. Por lo cual para esta investigación científica se determinó el objetivo general: Evaluar las propiedades mecánicas de resistencia y durabilidad de una mezcla de concreto para pavimento rígido ubicado en la ciudad de Pimentel, adicionando porcentajes en peso de fibra de acero entrefilado. Como objetivos específicos se propuso: Establecer un diseño de mezcla para un concreto expuesto a condiciones severas de sales; Analizar las propiedades de resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto adicionando diversos porcentajes de fibra de acero entrefilado; Analizar las propiedades de durabilidad por capilaridad, penetración de cloruros y permeabilidad del concreto adicionando fibra de acero entrefilado; Establecer la óptima adición de fibra de acero entrefilado al diseño de mezcla del concreto estudiado y Evaluar la rentabilidad de aplicación de la fibra de acero entrefilado en la Producción del concreto y constitución del pavimento rígido en zonas costeras.

Revisión de la Literatura

Antecedentes

Antecedentes Internacionales

Torres Ruiz German [20]

El propósito del estudio fue evaluar las propiedades físico-mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero DRAMIX 3D con el fin de mejorar la calidad y el rendimiento de los

pavimentos en Villavicencio. Se examinaron los efectos de diversas dosificaciones de fibras de acero (0, 5, 10, 20 y 25 kg/m³) en los ensayos de compresión y tracción. Los resultados mostraron que la dosificación de fibras de acero de 25 kg/m³ demostró los mejores resultados en los ensayos de compresión y tracción.

Campoy Abimael, Chavez Omar, Rojas Eduardo, Gaxiola José, Millán Jesús y De la Rosa Hernandez Divya [21]

Se analizaron los resultados de concretos reforzados en 0.25 %, 0.50 %, 0.75 %, 1.00 % y 1.50 %, considerando 4 tipos diferentes de fibras comerciales, entre las que podemos destacar la fibra de acero ondulada, la fibra con ganchos en los extremos, la fibra sintética y la fibra sintética ondulada. Los resultados indican que la mejor fibra estudiada, que presenta los mejores resultados, es la fibra de acero con ganchos en los extremos. No obstante, el rendimiento de estas fibras se ve influenciado por diversos factores, como el tamaño de los agregados, la granulometría total, la relación grava/arena y el revenimiento. Estos elementos han limitado el adecuado funcionamiento de las fibras en la mezcla de concreto.

Sandoval Fernando y Muñoz Pedro [22]

El estudio experimental realizado analizó el impacto de incorporar fibras de acero tipo 80/60 CH, con una longitud de 60 mm, en proporciones del 1% al 4% en relación al volumen del concreto, además de un 1% de aditivo plastificante basado en el peso del cemento, sobre las propiedades mecánicas de concretos con resistencias de diseño de 210 kg/cm² y 280 kg/cm². Los resultados revelaron que la incorporación de fibras no afectó de manera significativa la trabajabilidad del material, aunque se registró una ligera disminución en su temperatura. Se determinó que las proporciones óptimas de fibras fueron del 2% para el concreto de 210 kg/cm² y del 4% para el de 280 kg/cm², lo que permitió incrementos en la resistencia a la compresión, tracción y módulo de elasticidad de hasta un 16.29%, 16.95% y 13.75%, respectivamente. Estos resultados evidencian que el uso combinado de fibras de acero y aditivos plastificantes mejora considerablemente las propiedades mecánicas del concreto, posicionándolo como una opción eficiente tanto para aplicaciones estructurales como no estructurales.

Antecedentes Nacionales

Espinoza Mendoza Hilmar y Espinoza Mendoza Olmer [23]

Se determinó que el porcentaje óptimo de adición de fibras al concreto fue del 6%, con un 10% de fibras de polipropileno y un 90% de fibras metálicas. Aunque esta adición mejoró la resistencia del concreto y redujo significativamente las grietas, se observó que cantidades muy altas de fibras disminuyeron la resistencia o produjeron resultados similares a la muestra sin fibras, afectando la trabajabilidad del concreto.

Pucllas Gutierrez Meliza [24]

Se agregaron fibras de acero en proporciones del 0,5%, del 1,01% y del 1,5%. Se realizaron ensayos de compresión y tracción, se compararon los costos de fabricación por metro cúbico de concreto y se realizaron ensayos de carga. Los hallazgos indicaron que la adición de fibras de acero mejora significativamente las propiedades físicas y mecánicas del concreto; con una adición del 1,5% de fibra, el concreto obtuvo una mayor resistencia a la compresión y flexión en comparación con el concreto patrón de 210 kg/cm².

Penadillo Salazar, Pinkman Román y Prieto Castro, Ylliam José Antonio [25]

En un estudio experimental con 75 probetas de concreto, se evaluó el efecto de la fibra de acero corta SikaFiber CHO 80/60NB en la resistencia a la compresión del concreto. Se utilizaron cinco dosificaciones de fibra, que variaron de 0 a 4 kg por lote, y se realizaron ensayos a los 7 y 23 días. Los resultados mostraron que la adición de 2 kg de fibra (equivalente a 20 kg/m³) mejora significativamente la resistencia del concreto. Esto indica que la fibra de acero corta contribuye de manera positiva a las propiedades mecánicas del material, lo que sugiere su uso beneficioso en aplicaciones estructurales donde se requiere mayor durabilidad y resistencia.

Antecedentes Regionales

Bermúdez Chacón Renato David y Vásquez Castillo María Pilar [26]

Los porcentajes de adición de fibra de acero del 0 %, 1 %, 2 % y 3 % se utilizaron de Sika Fiber CHO 80/60 NB. Para evaluar la resistencia, se realizaron pruebas de compresión y flexotracción durante 7, 14 y 28 días. Se descubrió que la adición de fibras de acero mejora las propiedades mecánicas de los pavimentos de concreto hidráulico mediante el análisis estadístico utilizando el programa SPSS. El porcentaje del 1 % para los esfuerzos de compresión y del 3 % para los esfuerzos de flexotracción fue el más apropiado.

Lopez Asencios Yordi Miguel [27]

Se descubrió que el asentamiento del concreto disminuye significativamente a medida que aumenta la cantidad de fibras de acero. Además, en comparación con el concreto sin fibras, la adición de estas fibras aumenta el contenido de aire en un 39 % al agregar 10 kg/m³.

Inga Campos Maricruz y Santamaría Albujar Dante [28]

Un estudio analizó el comportamiento del concreto autocompactante (CAC) reforzado con fibra de acero trefilada, evaluando resistencias de 380 y 480 kg/cm² con adiciones de 1%, 1.5%, 2% y 2.5%. Se elaboraron 180 muestras y se analizaron sus propiedades mecánicas a los 7, 14 y 28 días. Los resultados indicaron que dosificaciones de fibra entre 1% y 1.5% preservan la trabajabilidad del material, mientras que porcentajes superiores afectan negativamente su desempeño. Las mayores mejoras en las propiedades mecánicas se observaron con dosificaciones de 1.4% y 1.8% de fibra, dependiendo de la resistencia evaluada. Sin embargo, se concluyó que una dosificación óptima del 1.5% ofrece un balance adecuado entre mejora en el rendimiento y mantenimiento de la fluidez del concreto, lo que resulta ideal para aplicaciones prácticas.

Bases Teórico Científicas**Pavimentos**

Los pavimentos son estructuras diseñadas para brindar una superficie de rodamiento segura y cómoda que se adapte a diferentes condiciones climáticas y velocidades de tráfico. Los tipos de pavimento varían según los vehículos que circulan y el volumen de tráfico previsto [29, p. 21].

Según Fonseca [30, p. 1] un pavimento debe cumplir con una serie de requisitos fundamentales para que funcione correctamente. Primero y más importante, debe ser fuerte y capaz de soportar las cargas impuestas por los vehículos que circulan. Además, debe ser sólido y resistente a los cambios climáticos. La textura de la superficie del pavimento debe ser adecuada para permitir un desplazamiento seguro en altas velocidades. Además, para evitar desniveles o irregularidades que puedan ser incómodos para los conductores, es fundamental que exista regularidad tanto transversal como longitudinal. Otra característica crucial es la durabilidad, que garantiza una vida útil prolongada y resistencia a los agentes de desgaste. Para evitar la acumulación de agua y mejorar la seguridad vial, el pavimento también debe tener un buen sistema de drenaje. Se busca que el pavimento sea una opción rentable en términos de

construcción y mantenimiento a largo plazo, considerando la eficiencia económica. Finalmente, el color del pavimento debe tenerse en cuenta, seleccionando la tonalidad correcta para evitar reflejos y deslumbramientos y brindar mayor visibilidad y seguridad a los conductores.

Dentro de los tipos de Pavimentos podemos encontrar: flexibles, rígidos, semirrígidos [29, p. 29].

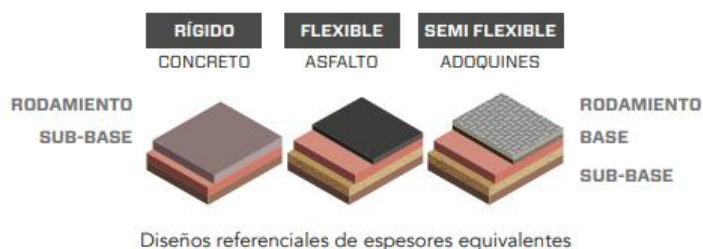


Figura 1: Tipos de pavimentos.

Pavimentos Flexibles

La presencia de una capa de revestimiento asfáltico sobre una base granular es una característica de los pavimentos flexibles. Este tipo de pavimento, también conocido como pavimento asfáltico, está hecho de una carpeta de asfalto que se apoya en una base y subbase rígidas y está hecho de materiales asfálticos y granulares. En Perú, se emplean con frecuencia estos pavimentos. La deflexión de esta estructura depende de las cargas que puede soportar y se dispone en orden descendente de capacidad de carga para que la capa superior tenga la mayor resistencia. [29, p. 30].

Este tipo de pavimentos son emulsiones, que se forman con tres ingredientes fundamentales: asfalto, agua y un agente emulsificante, que a veces puede contener estabilizadores. [29, p. 57]

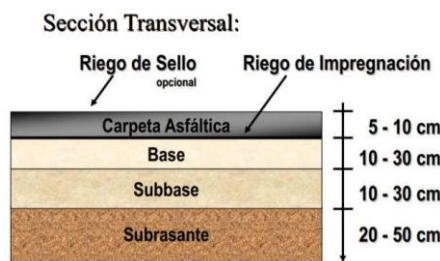


Figura 2: Sección transversal de un Pavimento Flexible.

Pavimentos Rígidos

Los pavimentos rígidos se componen de losas de concreto hidráulico, ya sea simple o armado, que se apoyan en una subrasante o capa de material específico. Debido a su rigidez y alto

módulo de elasticidad, estas losas de concreto absorben la mayor parte del esfuerzo y se esparcen por áreas extensas. Debido a su comportamiento como losas ante las presiones, los pavimentos rígidos suelen ofrecer resultados satisfactorios, aunque pueden tener zonas débiles en la subrasante [29, p. 30].

Otra definición que recae concepto de este tipo de pavimentaciones es que son estructuras cuyos diseños se encuentran basados en métodos de cálculos desarrollados a partir de mediciones tanto de comportamiento como de experiencias, los pavimentos de concreto poseen espesores conservadores permitiéndoles así un mejor comportamiento ante espectros de condiciones más amplios [8, p. 13].

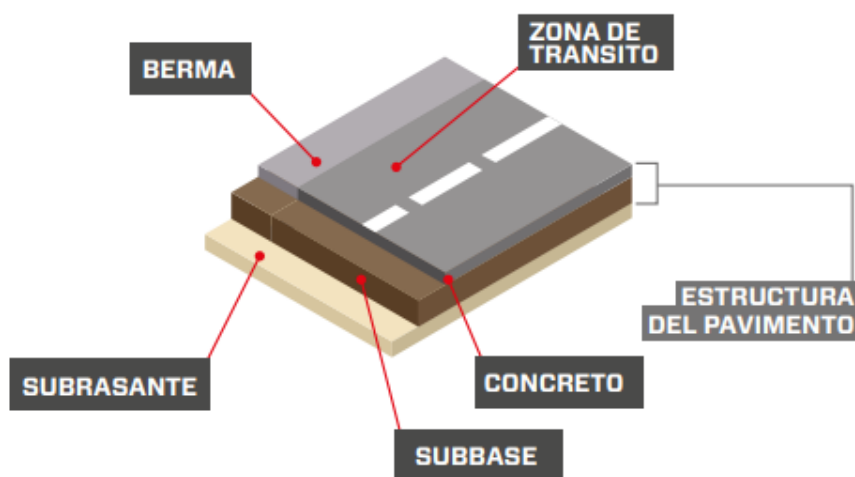


Figura 3: Estructura de un Pavimento Rígido.

Procedimiento Constructivo

El procedimiento constructivo para la puesta en obra de pavimentaciones de concreto hidráulico son [8, p. 24]:

- Etapa 1: Movimiento de tierras y controles topográficos
- Etapa 2: Control de la calidad de la conformación de la base y subbase, así como más controles topográficos.
- Etapa 3: Encofrado
- Etapa 4: Juntas de Construcción.

- Etapa 5: Cerchas Vibratorias y vaciado de concreto con pavimentadoras.
- Etapa 6: Juntas de construcción longitudinal
- Etapa 7: Texturizado
- Etapa 8: Curado del concreto

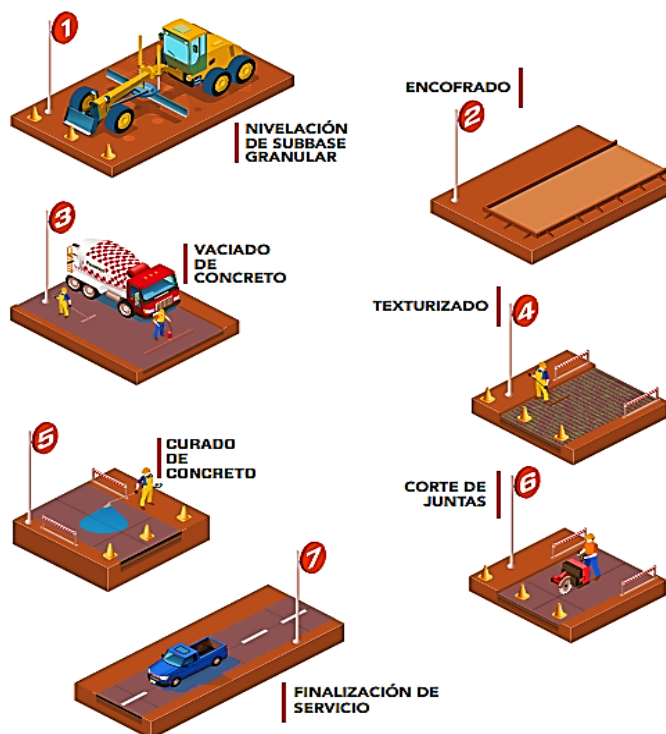


Figura 4: Procedimiento constructivo de una Pavimentación Rígida. Fuente: pavimentos rígidos (storage.googleapis.com)

Incorporación de Adiciones en el Concreto

Las fibras se agregan al concreto con frecuencia en volúmenes bajos, demostrando ser efectivas para controlar las fisuraciones causadas por el efecto de contracción. Sin embargo, si se utilizan en cantidades adecuadas, pueden aumentar la resistencia al agrietamiento y reducir la aparición de fisuras [31].

Varios factores, incluidos los cambios térmicos y la composición, pueden provocar la fisuración del concreto, lo que es un fenómeno desagradable. La pérdida de resistencia del material a los esfuerzos se indica por fisuras. Dependiendo del entorno y del diseño estructural, el ancho máximo permitido de las fisuras puede oscilar entre 0 mm y 0,3 mm según la estética y la durabilidad [32, p. 4].

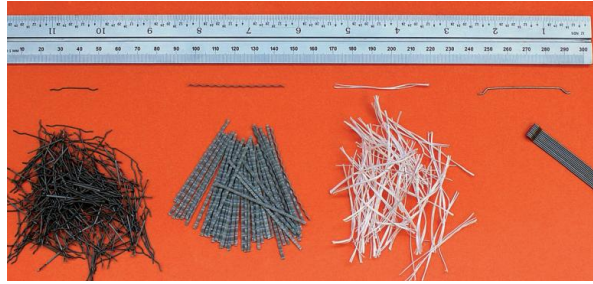


Figura 5: Tipos de fibras. Fuente: [41, p. 12]

Tipos de Adiciones en Mezclas de Concreto

Microfibras

Estas fibras previenen la fisuración del concreto en su estado fresco y durante las primeras 24 horas, antes de que endurezca. Se dosifican en pequeñas cantidades, generalmente entre 0.03% y 0.15% del volumen del concreto. Las microfibras de polipropileno son las más comúnmente utilizadas debido a su eficacia para prevenir la fisuración causada por la retracción plástica, a pesar de su baja dosificación [32, p. 9].



Figura 6: Tipo de microfibra (sintética). Fuente: [41, p. 9]

Macrofibras

El propósito principal es evitar la fisuración en el concreto endurecido y también disminuir el ancho de la fisura, lo que permite el funcionamiento de la estructura fisurada. Las microfibras metálicas y sintéticas con diámetros de 0.05 mm a 2.00 mm y una relación L/d de 20 a 100 son las fibras más utilizadas en este tipo de fibra [32, p. 11].

Antes de las 24 horas de colocación, cuando el concreto aún no ha secado, las macrofibras no intervienen en el estado endurecido del concreto [32, p. 11].

Este tipo de fibras se agregan y se mezclan con el concreto como si fueran un agregado más, generalmente requiriendo un tiempo de mezclado mayor de entre 3 a 5 minutos más que un concreto sin agregados, ya que se debe asegurar su completa dispersión [32, p. 11].

La función principal de las macrofibras en el concreto es aumentar la tenacidad del material, lo que significa que las estructuras pueden seguir siendo cargadas después de un agrietamiento de la matriz y cumplir con los estándares para los que se diseñó el concreto [32, p. 12]

El concreto fibroreforzado con macrofibras es más resistente que el concreto sin refuerzo, ya que los concretos sin refuerzo simplemente se rompen o se desmoronan cuando se fisuran [32, p. 12].

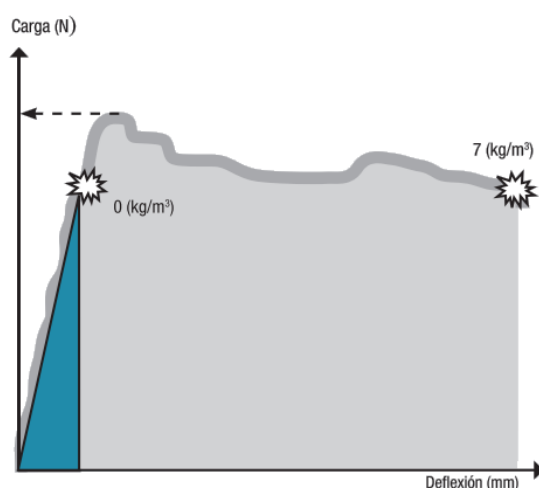


Figura 7: Concreto sin reforzar en ensayos de tenacidad. Fuente [41, p. 13]

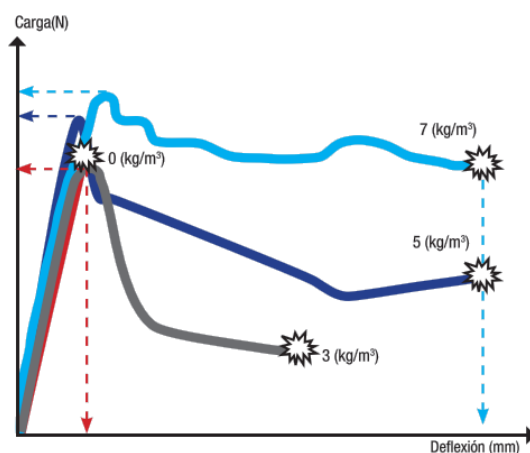


Figura 8: Concreto fibroreforzado con macrofibras en ensayos de tenacidad con una adición en peso kg/m³ del concreto. Fuente: [41, p. 13]

Se han realizado ensayos de impacto para comparar el rendimiento de concretos convencionales con los de concretos fibroreforzados que incluyen adiciones. Los resultados favorecen a los concretos fibroreforzados, aunque estos tienden a tener mayor deflexión en comparación con los concretos simples. Sin embargo, se ha concluido que los mejores resultados se obtienen con una mayor cantidad de macrofibras añadidas al concreto. [32, p. 23]

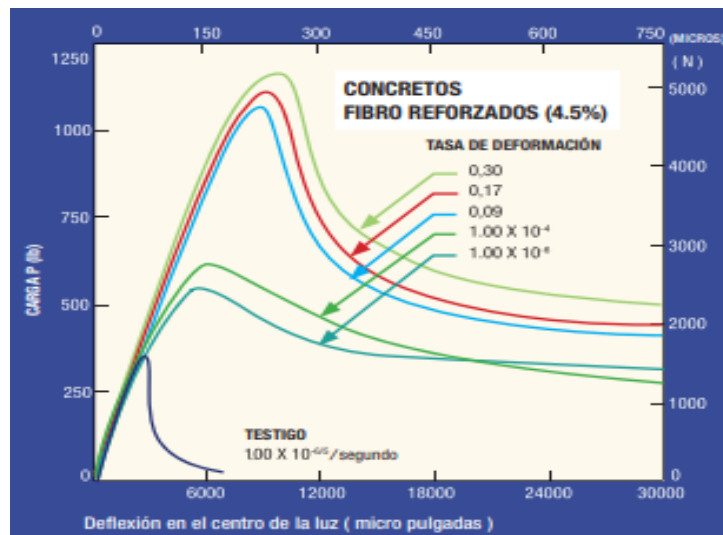


Figura 9: Relación Carga vs. Deflexión de una viga sometida a impacto (a diferentes velocidades). Fuente: [32, p. 23]

Fibra de Acero Sika Fiber® CHO 80/60 NB

Las losas de concreto tradicionales o industriales están reforzadas con fibras de acero entrefilado encoladas. En una amplia gama de aplicaciones, como pisos industriales, elementos prefabricados, cimientos, puertos y aeropuertos, estas fibras mejoran la capacidad de soporte, la ductilidad y la tenacidad del concreto. Sus medidas son de 60 mm de longitud, 0.75 mm de diámetro y una relación longitud/diámetro de 80. Sika Fiber CHO 80/60 NB cumple con los estándares de calidad [33].

Características y Ventajas

De acuerdo con su ficha técnica, este tipo de fibra tiene las siguientes características [33]:

- Mejora la resistencia del concreto al impacto, la fatiga y la fisuración.
- Aumenta la ductilidad y la absorción de energía
- No tiene efecto sobre los tiempos de fraguado del concreto.
- Asegura una distribución uniforme en el concreto debido a su condición de fibra encolada (pegada).

- Para un rendimiento máximo, la relación L/d (longitud/diámetro) es de 80.
- Los extremos están diseñados para maximizar el anclaje mecánico en concretos.

Ensayo en los Materiales

Los ensayos que se realizaron en los agregados son:

AGREGADOS. (NTP 339.185/ MTC E 215/)

El procedimiento para medir la humedad evaporable en muestras de agregado está determinado por la norma técnica peruana NTP 339.185. Sin embargo, no tiene en cuenta el agua, que puede interactuar químicamente con ciertos minerales presentes en los agregados. El control de este factor es crucial porque afecta la calidad de la mezcla de concreto. El método se utiliza para ajustar las proporciones de los agregados en la producción de concreto y se utiliza un horno con temperatura controlada. Por lo tanto, el contenido de agua se ajusta para obtener un diseño de mezcla más preciso en función del f'c requerido [34, p. 6].

Ensayo :NTP 339.185

<p>Materiales empleados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Balanza • Fuente de Calor: Horno • Recipiente 	<p>Procedimiento:</p> <p>Para determinar el peso de la tara y la masa de la muestra en el ensayo de agregado, se deben seguir varios pasos importantes. Primero, asegurarse de que el recipiente esté seco para no alterar el ensayo. Luego, se pesa la muestra con una balanza precisa. Después, se seca la muestra en un horno a (110°C±5) durante 24 horas. Finalmente, se pesa la muestra seca con el recipiente para concluir el ensayo.</p>
---	--




$$P = \frac{W - P}{D} \times 100$$

- P: Contenido de Humedad (%)
- W: Masa inicial de la muestra (gr)
- D: Masa de la muestra seca (gr)

Figura 10: Ensayo NTP 339.185. Fuente: Propia.

AGREGADOS. (NTP 400.012/ MTC E 204/ ASTM C 136)

Esta normativa peruana NTP 400.012 [35, p. 8] establece una técnica de tamizado para determinar la distribución del tamaño de las partículas de los agregados finos, gruesos y totales. El objetivo principal es evaluar la gradación de los agregados utilizados en las mezclas de concreto y determinar si cumplen con los requisitos de la obra. Estos hallazgos también pueden

proporcionar información sobre el esponjamiento y el empaque y se utilizan para controlar la producción de agregados.



Figura 11: Ensayo NTP 400.012. Fuente: Propia.

AGREGADOS. (NTP 400.017/MTC E 203/)

El objetivo principal de esta norma peruana NTP 400.017 [36, p. 7] es calcular la densidad de masa (o peso unitario) de los agregados en dos condiciones diferentes, ya sea suelto o compactado, para así lograr calcular los vacíos entre las partículas de los agregados mismos.



Figura 12: Ensayo NTP 400.017. Fuente: Propia.

AGREGADOS. (NTP 400.022).

La siguiente norma técnica peruana NTP 400.022 [37, p. 6] El objetivo de este procedimiento es determinar la densidad promedio, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado fino.

AGREGADOS. (NTP 400.021/MTC E 206/ASTM C127)

La normativa NTP 400.021 [38, p. 5], Esta normativa proporciona información útil sobre agregados en mezclas de concreto, pero no se aplica en agregados ligeros. Los datos obtenidos, como la absorción y el peso específico del agregado grueso, son cruciales para el diseño y la corrección de mezclas. En los proyectos de ingeniería civil, su cumplimiento garantiza la calidad y la eficiencia.



Figura 13: Ensayo NTP 400.021. Fuente: Propia.

CONCRETO. (NTP 339.035)

En esta normativa técnica peruana cuyo código es NTP 339.035 [39] se instituye el método para determinar el asentamiento en los concretos plásticos, ya sea en obra o en laboratorio bajo condiciones controladas.

El método desarrollado para evaluar la consistencia del concreto en su estado plástico tiene como objetivo proporcionar una forma técnica de medición. El asentamiento de este material plástico se incrementa proporcionalmente con el contenido de agua utilizado en la mezcla del concreto, la cual siempre sigue un diseño previo para obtener un $f'c$ requerido según las

condiciones específicas de cada caso. Sin embargo, en el campo, no se ha demostrado de manera efectiva la relación entre el asentamiento y la resistencia del concreto. Por lo tanto, es importante tener precaución al intentar relacionar los resultados del asentamiento obtenido en campo con la resistencia del concreto en estas situaciones. La normativa de asentamientos considera necesario advertir sobre este hecho para evitar posibles errores en la evaluación de la resistencia del concreto [39, p. 6].

Es importante destacar que el ensayo mencionado no es adecuado para concretos no plásticos y no cohesivos. Además, la normativa técnica peruana solo se aplica a concretos plásticos con agregados de hasta 37.5 mm de tamaño máximo. Si los agregados son más grandes, es necesario retirar los mayores y utilizar solo los que pasen por el tamiz correspondiente. Es fundamental seguir estas especificaciones para garantizar la calidad y eficacia del método de ensayo en cuestión [39, p. 6].

ASTM C 1579

ASTM C 1579 ofrece un método estandarizado para medir la resistencia del hormigón a las grietas provocadas por contracción plástica, lo que favorece la longevidad y durabilidad de las estructuras de hormigón.

El proceso conlleva la ejecución de ensayos bajo condiciones controladas para valorar el comportamiento de distintas mezclas de hormigón ante la pérdida de humedad y el agrietamiento que puede suceder durante el fraguado. La normativa asiste a los ingenieros y constructores en la detección y reducción de los riesgos de agrietamiento, fomentando técnicas correctas de mezcla y curado que reduzcan estos impactos negativos.

CONCRETO. (NTP 339.183)

Esta normativa peruana [40, p. 6] establece el procedimiento bajo las cuales se debe regir la elaboración y el curado respectivo de los especímenes de concreto bajo condiciones controladas (laboratorio), teniendo en cuenta un control riguroso de los materiales y las condiciones en las que se da el ensayo, hay que recalcar que los concretos pueden ser consolidados por dos métodos, por varillado o por vibrado.

El campo de aplicación de esta normativa se aplica en la preparación de los materiales, el mezclado del concreto en su etapa de elaboración y en el curado de los especímenes como ya antes mencionado bajo condiciones controladas (laboratorio). [40, p. 9]

Durante el proceso de mezclado del concreto, es importante asegurarse de utilizar un equipo adecuado, como una mezcladora, y dividir la mezcla en tandas de tamaño adecuado para permitir un 10% de exceso después de llenar los moldes de probetas. Para lograr una mezcla homogénea, se debe agregar primero el agregado grueso, seguido de una pequeña cantidad de agua de mezcla, y luego el agregado fino, el cemento y los aditivos. Es recomendable cubrir la parte superior de la mezcladora durante el proceso de reposo para evitar la evaporación.

Para el moldeado de los especímenes, se necesitarán cucharones para escoger un poco de mezcla de concreto y proceder al moldeado de probetas cilíndricas o vigas por capas. Es importante realizar un proceso de compactación con una varilla de metal y dar 15 golpes con un martillo de goma para sacar los vacíos que puedan existir en el moldeado.

Después del moldeado, es necesario almacenar los especímenes cerca del lugar donde se moldearon durante las primeras 24 horas. Luego, se debe proceder al desmoldado después de haber pasado el lapso de $24 \text{ h} \pm 8 \text{ h}$ después del vaciado. El ambiente de curado debe tener una temperatura constante de $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ para lograr una resistencia adecuada del concreto. En resumen, seguir estos procedimientos garantizará la calidad del concreto utilizado en la construcción.

CONCRETO. (NTP 339.034)

Esta norma establece el método adecuado para medir la resistencia a la compresión del concreto en probetas cilíndricas. Los concretos con una masa unitaria superior en 800 kg/m^3 son elegibles. Los resultados obtenidos son cruciales para el control de calidad y el cumplimiento de las especificaciones de diseño [41, p. 8]

CONCRETO. (NTP 339.078)

Esta norma [42] establece el método para medir la resistencia a la flexión de las vigas de concreto simplemente apoyadas. Consiste en aplicar carga a los tercios de luz de la viga hasta que se produzca una falla. La luz libre de la viga debe ser tres veces la altura de la viga y las superficies deben ser lisas.

CONCRETO. (NTP 339.084)

La normativa peruana [43] establece un método para medir la resistencia a la tracción indirecta de los especímenes de concreto cilíndricos mediante la aplicación de una fuerza de compresión diametral a lo largo de la longitud del material. Este procedimiento lleva a que el concreto falle

antes que la falla de compresión, lo que significa que las fallas por tracción ocurren antes que la falla de compresión.

Para realizar el ensayo de una probeta cilíndrica, es necesario seguir un proceso riguroso. En primer lugar, se deben trazar líneas diametrales en cada extremo de la probeta con un dispositivo que garantice que ambas líneas pertenecen al mismo plano triaxial. Luego, se debe medir el diámetro del espécimen con una aproximación de 0.25 mm, tomando tres mediciones en tercios de la probeta y calculando su promedio para determinar la longitud real del espécimen. Es importante utilizar listones de apoyo para posicionar la probeta de manera que la línea marcada quede centrada con el listón. Finalmente, se debe ensayar la probeta asegurándose de que no se mueva de la posición correcta para evitar fallos en los especímenes ensayados. Este proceso garantiza resultados precisos y confiables en el ensayo de probetas cilíndricas.

CONCRETO. (ASTM C 1202)

Este método de prueba utiliza un entorno controlado para evaluar la resistencia del concreto a la exposición en iones de cloruro. Durante seis horas, se observa la corriente eléctrica que fluye a través de una muestra de concreto con una diferencia de potencial de 60V CC, exponiendo un extremo a hidróxido de sodio y el otro a cloruro de sodio [44].

El procedimiento por seguir según la normativa consiste en [44]: Para poder utilizar el sistema necesario, utilizando dos cajas de vidrio y mallas metálicas. Además, para llevar a cabo el ensayo se requiere una fuente de corriente eléctrica de 60 V y un multímetro para medir la cantidad de corriente eléctrica. Es importante que las muestras de concreto estén cubiertas por una malla metálica colocada desde la parte interna de la caja de vidrio, dejando una sección circular abierta en cada cara de un diámetro que encaje con las muestras. Para evitar que las soluciones se evaporen o escapen, es fundamental sellar la superficie externa de la muestra con algún material impermeabilizante, como silicona o barniz. Finalmente, se coloca la muestra entre las dos cajas de vidrio y se sellan en ambos lados con silicona para evitar fugas. Con estos procedimientos, garantizamos la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos en el ensayo.

CONCRETO. (UNE-EN 12390-8)

Para asegurar la durabilidad del concreto, es fundamental controlar adecuadamente su permeabilidad. La penetración de fluidos peligrosos puede dañar su integridad y causar costosas reparaciones. La permeabilidad está influenciada por factores como la hidratación del cemento

y el curado. Para reducir la permeabilidad, es esencial seguir procedimientos de curado apropiados y garantizar que el cemento se hidrate por completo. Por lo tanto, las estructuras hechas de concreto tienen una mayor vida útil y durabilidad [45].

CONCRETO. (ASTM C1585-04)

La forma en la que trabajan los concretos se ven determinadas por múltiples variables, una de ellas es que el ambiente agresivo para el que estén expuestos puede resultar perjudicial en su vida útil, y esto es debido a los poros que pueda llegar a contener un material dichas características [46].

La absorción del agua que posee una superficie de concreto viene determinada por diferentes factores:

Para que el concreto sea duradero y resistente, se debe controlar su permeabilidad. La permeabilidad alta permite la entrada de fluidos perjudiciales, lo que compromete la integridad estructural. La hidratación del cemento y el curado adecuado influyen en el grado de permeabilidad. Es esencial controlar el contenido de agua y asegurarse de que los materiales se distribuyan uniformemente. Esto garantiza la durabilidad y la estabilidad de las estructuras hechas de concreto.

CONCRETO ASTM C1579 - 06

La norma ASTM C1579-06 describe un ensayo para medir la propensión a la fisuración por contracción plástica en concretos endurecidos, una propiedad clave en aplicaciones como pavimentos, losas y estructuras expuestas a condiciones de secado rápido. Este ensayo evalúa cómo se forman fisuras en el concreto fresco debido a la pérdida de agua por evaporación antes de que se haya endurecido completamente.

El ensayo ASTM C1579 mide la resistencia del concreto fresco a formar fisuras debido a la evaporación rápida de agua en condiciones controladas, evaluando la influencia de la mezcla y aditivos en la contracción plástica.

CONCRETO ASTM C944

Para evaluar la resistencia al desgaste del mortero y el concreto, este ensayo [47] utiliza pruebas en núcleos y especímenes. Se ha utilizado con éxito para monitorear la calidad de las carreteras y los puentes. La medición de la abrasión en núcleos y mortero permite predecir su comportamiento en condiciones reales y proporciona información sobre su uso y

mantenimiento. Este ensayo garantiza la calidad y confiabilidad de las estructuras porque su resistencia al desgaste es esencial para su durabilidad y seguridad.

Método del ACI para diseños de Mezcla

Existe una variedad de técnicas que nos permiten determinar las proporciones de agregados, cemento y agua requeridas para un concreto específico, incluido el ajuste por humedad de los agregados y la corrección de la mezcla.

Paso 1: Elección del Asentamiento

El ACI, nos llega a proporcionar algunas recomendaciones del tipo de asentamiento que se empleara según el tipo de obra que se realizara.

Tabla 1 : Asentamientos recomendados según el tipo de construcción. Fuente: ACI 211.1-91

Tipo de construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación Armados	3"	1"
Cimentaciones simples, y sub. de muros	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

Paso 2: Selección de la resistencia promedio

Cuando no se cuente con un registro de probetas correspondiente a obras y proyectos anteriores se podrá implementar la siguiente tabla dada por el método del ACI para calcular el diseño de mezcla.

Tabla 2: Resistencia promedio según el $F'c$ requerido. Fuente: Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado.

Resistencia Especifica a la Compresión	Resistencia Promedio Requerida a la Compresión
$fc < 210$	$fcr = fc + 70$
$210 \leq fc \leq 350$	$fcr = fc + 85$
$fc > 350$	$fcr = fc + 98$

Paso 3: Selección del tamaño máximo de agregados.

Para llegar a determinar la elección del agregado será importante considerar la separación de la cimbra, los espesores de la losa y espacio libre entre varillas individuales. Este valor será determinado por los ensayos al agregado que se realicen y que den como resultado cual es el valor del tamaño Máximo del agregado que se posee.

Paso 4: Estimación del agua para el mezclado

La tabla con los valores definidos se encuentra en el ACI 211, en donde se aprecian los asentamientos que puede tener el concreto bajo dos tipos de condiciones, cuando exista presencia de aire incorporado o cuando no exista presencia del aire incorporado teniendo en cuenta el tamaño máximo nominal hallado en el paso 3.

Tabla 3: Agua de mezclado necesario a utilizar en función del Slump y del tamaño máximo nominal. Fuente: ACI 211, tabla 6.3.3.

Asentamiento	Agua en m ³ para los Tamaños Max. Nominales de Agregado Grueso y Consistencia Indicada							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin Aire Incorporada								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con Aire Incorporada								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-

Paso 5: Contenido de Aire

En este caso el método del ACI nos proporciona cuales son los porcentajes óptimos de aire atrapado que deberían contar las mezclas de concreto para distintos tamaños de agregados, establecidos en la NTP 400.037.

Tabla 4: Contenido de Aire Atrapado según los Tamaños Máximos Nominales del agregado Grueso. Fuente: ACI 211

%	Contenido de Aire para los Tamaños Max. Nominales de Agregado Grueso							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
	Concreto sin Aire Incorporada							
de Aire Atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
	Concreto con Aire Incorporada							
Normal	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Moderada	8	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Extrema	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

Paso 6: Selección de la relación Agua/Cemento

Este método nos brinda una tabla para conocer cuál es la relación existente entre a/c teniendo en cuenta los $f'c$ a los cuales queremos llegar en 28 días de ensayar este diseño.

Tabla 5: Relación a/c según los $f'c$ de diseño. Fuente: ACI 211

RELACION AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA		
F'C (KG/CM2)	C. SIN AIRE I.	C. CON AIRE I.
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

Estos valores serán empleados bajo condiciones normales, cuando se incumplen dicha condición se tomará en cuenta lo que la normativa indique, aquellas estructuras que se encuentren sometidas bajo condiciones severas tomaran las tablas brindadas por la normativa E.0.60 de Concreto Armado:

Tabla 6: Requisitos para concretos Expuestos a Soluciones de Sulfatos. Fuente. E.0.60 Concreto Armado.

Exposición a Sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO ₄) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO ₄) en el agua, ppm	Tipo de cemento	Relación máxima agua-material cementante (en peso) para concretos de peso normal	F'c mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero
Insignificante	$0.0 \leq \text{So}_4 < 0.1$	$0 \leq \text{So}_4 < 150$	-	-	-
Moderada	$0.1 \leq \text{So}_4 < 0.2$	$150 \leq \text{So}_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0.50	28
Severa	$0.2 \leq \text{So}_4 < 2.0$	$1500 \leq \text{So}_4 < 10000$	V	0.45	31
Muy severa	$2.0 < \text{So}_4$	$10000 < \text{So}_4$	Tipo V más puzolana...	0.45	31

Paso 7: Calculo del contenido de cemento

Para el cálculo del material cementante se realizará una multiplicación entre la relación agua/cemento y el agua de diseño. En concretos en donde se tenga una relación a/c bajas se tendrán muestras de concreto con altos f'c.

Paso 8: Calculo del Volumen de agregado Grueso

En este paso, se calcularán los valores del agregado grueso utilizando las tablas del método ACI en función del volumen unitario del concreto. Estos valores se derivan de ensayos del "Módulo de Fineza del agregado Fino" y del "Tamaño Máximo Nominal del agregado Grueso". El volumen del agregado se mide en metros cúbicos (m³) de concreto y se multiplica por el peso volumétrico en seco del varillado.

Tabla 7: Peso del agregado grueso, teniendo en cuenta el tamaño máximo nominal del agregado grueso y el volumen del agregado grueso seco y compactado. Fuente: ACI 211

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.55
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Paso 9: Volumen de Agregado Fino

Hasta este punto de la elaboración del método de ACI ya se tienen una estimación de los componentes del concreto, lo que se realizara para determinar cuál es el volumen de agregado fino es realizar una suma de los valores anteriores valores y restarles una unidad, para tener en cuenta cual es el valor absoluto de la muestra.

Paso 10: Ajuste de mezcla por humedad de agregados

El último paso del método del ACI consiste en ajustar las mezclas por humedad de los agregados, en otras palabras, en este paso al agua que se añadiría al momento de mezclar deberá ser reducida según el valor de humedad libre, humedad total menos absorción.

Materiales y Métodos

Tipo Investigación

Según Sampieri [48], “la investigación es un conjunto de procesos sistemáticos críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema”.

La presente tesis presenta un tipo de investigación aplicada, que va de acuerdo al fin que se persigue, teniendo en cuenta los tipos de datos a analizar, podemos determinar que presenta un enfoque cuantitativo y, según corresponde a la investigación, la metodología de estudio es del tipo experimental.

Diseño de Investigación

La investigación aplicada se caracteriza por su enfoque en la resolución de problemas concretos o en la optimización de procesos específicos. Este tipo de investigación tiene como objetivo principal generar soluciones prácticas que puedan ser implementadas en contextos reales, contribuyendo así al desarrollo y mejora de diversas áreas del conocimiento o sectores productivos. Además, utiliza metodologías científicas para garantizar la validez de los resultados obtenidos, asegurando que las propuestas sean efectivas y adaptables a las necesidades particulares del entorno en el que se aplican.

Cuando se habla de una investigación del tipo cuantitativo según Sampieri, se hace referencia a una secuencia de pasos o a un conjunto de procesos, en donde el orden es riguroso, este tipo de investigación científica parte de una idea en específico de ella derivaran objetivos y preguntas de investigación, dichas preguntas derivaran en hipótesis con las cuales se determinaran variables, del cual se trazara un plan para poder probarlas midiendo dichas variables en cierto contexto, dichas mediciones se harán a través de métodos estadísticos, y como resultado final se tendrá a lugar a una serie de conclusiones [48].

Dicho proceso consta de ciertas fases para llegar al punto de dar resultados en una investigación científica, vienen identificados en las siguientes fases [48]:



Figura 14: Proceso Cuantitativo. Fuente: [48]

Mientras que Sampieri define los diseños experimentales como las investigaciones que involucran la alteración deliberada de una o más variables independientes con el objetivo de

evaluar los efectos de dicha alteración en una o más variables dependientes. Modelo para un experimento con variables [48]:

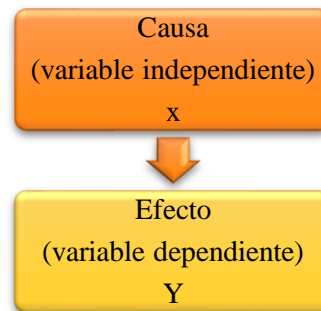


Figura 15: Esquema de experimentos. Fuente: [48]

La presente tesis, tuvo como causa, la adición de la fibra Sika Fiber CHO 80/60 NB en pavimentos de concreto hidráulico en la ciudad de Pimentel, y planteo como efecto o variables dependientes que se obtengan buenos o malos resultados en base a evaluar resistencia y durabilidad.

De acuerdo con el desarrollo de la investigación es del tipo: **EXPERIMENTAL**.

Debido a que se mantendrá constante la variable dependiente modificando la variable independiente a través de los distintos ensayos propuestos, de los cuales sus resultados servirán para concluir que la hipótesis planteada es correcta o incorrecta.

De acuerdo con el fin que se persigue es del tipo: **APLICADA**

Debido a que a través del planteamiento de esta investigación se usaran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios ligados a la ingeniería civil.

Hipótesis

¿La incorporación de fibras de acero entrefilado, podrá mejorar significativamente los resultados obtenidos en ensayos de resistencia y durabilidad en pavimentos de concreto hidráulico empleando un $f'c$ de 280 kg/cm² en zonas costeras?

Operacionalización de Variables

Según Sampieri, “una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible a medirse u observarse”.

En esta tesis se presentó las siguientes variables:

Variable Independiente: Adición de fibras de acero entrefilado Sika Fiber CHO 80/60 NB en pavimentos hidráulicos.

Variable Dependiente: Mejora las resistencias y la durabilidad de los pavimentos rígidos.

Las variables independientes, dependientes y moderadoras se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla 8: Variables de Operacionalización. Fuente: Elaboración Propia.

VARIABLES	DESCRIPCION	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	INDICE		
INDEPENDIENTE	Fibra de acero entrefilado Sika Fiber CHO 80/60 NB	Propiedad Física	Peso	Recipientes, Balanza	kg		
			Diseño de Mezcla f'c 280 kg/cm ²	Cantidad de Material	Cemento (MS)	Balanza	kg
					A. Fino	Balanza	kg/m ³
					A. Grueso	Balanza	kg/m ³
DEPENDIENTE	Comportamiento del concreto	Ensayos en estado Endurecido	Agua	Balanza	ml		
			Ensayos en estado Fresco	Slump	NTP 339,035	Pulgadas	
			Resistencia a la compresión	NTP 339,034	kgf/cm ²		
			Resistencia a la flexión	NTP 339,078	kgf/cm ²		
			Resistencia a la tracción diametral	NTP 339.084	kgf/cm ²		
			Ensayo de Permeabilidad	UNE-EN 12390-8	mm		
			Ensayo de Capilaridad	ASTM C 1585- 04	mm		
			Ensayo de Ion Cloruro	ASTM C 1202	%		
			Ensayo de Abrasión	ASTM C944	%		
			Ensayo de Fisuración	ASTM C1579-06	mm		
Evaluación de Rentabilidad	Costo por m ³	Análisis de costos pavimentos rígidos con y sin adiciones.	Formatos de Hojas de Cálculo Excel	Soles			

			Granulometría de los agregados	NTP 400,012	%
			Peso Unitario Suelto y Compactado de los agregados finos y gruesos	NTP 400,017	Kg/m ³
MODERARODAS	Materiales	Caracterización	Contenido de humedad	NTP 339,185	%
			Peso Especifico	NTP 400,021	%
			Capacidad de absorción	NTP 400,022	%
			Módulo de Fineza del agregado Fino	NTP 400,018	-

Población, Muestra y Muestreo

Población

La población de la presente investigación científica está constituida por probetas, vigas de concreto patrón y losas de concreto. En total, se elaboraron 210 probetas de concreto con adiciones de fibra de acero entrefilado en diferentes porcentajes (1%, 1.5%, 2% y 2.5%). De estas, 180 unidades tienen dimensiones de 102 x 203 mm, mientras que 60 unidades presentan dimensiones de 6" x 12" (152 x 305 mm). Asimismo, se fabricaron 30 vigas con dimensiones de 15 x 15 x 50 cm.

Adicionalmente, se realizaron losas de concreto a partir de paneles vertidos en moldes con una profundidad de 100 ± 5 mm y dimensiones rectangulares de 355 ± 10 mm por 560 ± 15 mm. Estas losas, con un total de 10 unidades, fueron empleadas en un ensayo específico como parte de los objetivos de la investigación.

Muestra

La muestra ligada a esta investigación coincide con la población de probetas y vigas planteadas, el volumen del concreto estará conformado por, los agregados naturales (finos y gruesos), cemento, agua y fibras de acero entrefilado de la marca Sika Fiber CHO 80/60 NB, dichas probetas y vigas servirán para obtener los resultados de resistencia y durabilidad del concreto patrón que tiene un $f'c$ de 280 kg/cm² más las adiciones en porcentaje de la fibra de acero ya

mencionada, dichos resultados servirán para poder confirmar si existe mejora con las adiciones de fibra en el concreto.

Muestreo

Ensayo de resistencia a la compresión del Concreto (NTP 339.034)

Es la propiedad mecánica más importante del concreto y sirve para determinar si se cumple con el $f'c$ de diseño propuesto para la elaboración del concreto patrón para pavimentos rígidos por lo cual es fundamental su realización.

Tabla 9: Muestreo para el ensayo de resistencia a la compresión. Fuente: Elaboración Propia.

(NTP 339.034)							
Tipo de Muestra	Porcentajes	Edad (Días)					
		1 d	3 d	7 d	14 d	21 d	28 d
Muestra Patrón	0%	3	3	3	3	3	3
Muestra con adición de acero entrefilado Sika Fiber® CHO 80/60	1%	3	3	3	3	3	3
	1,5%	3	3	3	3	3	3
	2%	3	3	3	3	3	3
	2,5%	3	3	3	3	3	3
Total							90

Ensayo de resistencia a la Flexión del concreto (NTP 339.078)

Se propuso este ensayo con la finalidad de contrarrestar las bases teóricas que afirman que la incorporación de fibras de acero entrefilado mejora los resultados de los concretos cuando son ensayos por flexión, es por ello por lo que se proponen en este ensayo diferentes proporciones de adiciones de la fibra de acero para poder contrarrestar los resultados obtenidos con la teoría conocida sobre este tipo de adición.

Tabla 10: Muestreo para el ensayo de resistencia a la flexión. Fuente: Elaboración Propia.

NTP 339.078		
Tipo de Muestra	Porcentajes	EDAD 28 días
Muestra patrón	0%	2

	1%	2
Muestra con adición de acero entrefilado Sika Fiber® CHO 80/60	1,5%	2
	2%	2
	2,5%	2
Total		10

Ensayo de Tracción Diametral en el concreto (NTP 339.084)

Se propuso este ensayo con la finalidad de contrarrestar las bases teóricas que afirman que la incorporación de fibras de acero entrefilado mejora los resultados de los concretos cuando son ensayos por tracción diametral, es por ello por lo que se proponen en este ensayo diferentes proporciones de adiciones de la fibra de acero para poder contrarrestar los resultados obtenidos con la teoría conocida sobre este tipo de adición.

Tabla 11: Muestro para el ensayo de tracción diametral en concretos). Fuente: Elaboración Propia.

(NTP 339.084)

Tipo de Muestra	Porcentajes	Edad (días)	
		14 d	28 d
Muestra Patrón	0%	3	3
	1%	3	3
Muestra con adición de acero entrefilado Sika Fiber® CHO 80/60	1,5%	3	3
	2%	3	3
	2,5%	3	3
Total		30	

Ensayo de Permeabilidad en el concreto (UNE- EN 12390-8)

El concreto es un material determinado por la teoría como poroso, es por ello por lo que es de vital importancia el determinar el grado de permeabilidad de los concretos propuestos en esta investigación científica con el fin de evaluar que la adición de fibras de acero entrefilado no atente contra la durabilidad del concreto hidráulico usado para pavimentaciones acortando su vida útil ya que la característica de un material cuando se le conoce como permeable es el de dejar penetrar en cierta cantidad de tiempo líquidos o sustancias dañinas que posiblemente

afecten al concreto como infraestructura vial, es por ello que la evaluación de este ensayo determinara si el grado de permeabilidad aumenta o disminuye ante la incorporación de fibras de acero entrefilado.

Tabla 12: Muestreo para el Ensayo de Permeabilidad propuesto. Fuente: Elaboración Propia.

UNE – EN 12390-8		
Tipo de Muestra	Porcentajes	EDAD 28 días
Muestra patrón	0%	2
	1%	2
Muestra con adición de acero entrefilado Sika Fiber® CHO 80/60	1,5%	2
	2%	2
	2,5%	2
Total		10

Ensayo de Capilaridad en el concreto (ASTM C1585-04)

El ensayo de capilaridad en el concreto fue propuesto debido a las zonas costeras (Pimentel) y sus problemas cuando es temporada de lluvias o del muy conocido “Fenómeno del Niño”, dicha problemática se encuentra planteada en la tesis investigativa en donde se aborda el tema de los colapsos de los desagües en dichas zonas, exponiendo al concreto no solo a un ambiente agresivo, sino también a líquidos que pueden deteriorar la vida útil de las pavimentaciones rígidas construidas en dichas zonas, se planteó este ensayo para determinar si la capilaridad aumenta o disminuye incorporando fibras de acero entrefilado.

Tabla 13: Muestro para el ensayo de Capilaridad. Fuente: Elaboración Propia.

ASTM C1585-04		
Tipo de Muestra	Porcentajes	EDAD 28 días
Muestra patrón	0%	2
	1%	2
Muestra con adición de acero entrefilado Sika Fiber® CHO 80/60	1,5%	2
	2%	2
	2,5%	2
Total		10

Ensayo de Penetración de Ion Cloruro (ASTM C 1202)

Según las bases teóricas conocidas con respecto al tema se sabe que los cloruros están presentes dentro de los suelos en zonas costeras como lo vendría a hacer el distrito de Pimentel, existen en dichas zonas 2 tipos de agentes agresivos al concreto que son los sulfatos y los iones de cloruros, siendo los sulfatos aquellos que atacan de manera directa al concreto y ion cloruro ataca de manera directa a los refuerzos o aceros empleados por ejemplo en concretos armados para cimentaciones, debido a la fibra que se incorpora como adición es una fibra de acero entrefilado es de vital importancia el determinar si dicha fibra disminuirá la calidad de vida de los concretos en dichas zonas.

Tabla 14: Muestreo propuesto para el ensayo de Ion Cloruro. Fuente: Elaboración Propia.

(ASTM C 1202)		
Tipo de Muestra	Porcentajes	Edad (días)
		28 días
Muestra patrón	0%	2
	1%	2
Muestra con adición de acero entrefilado Sika Fiber® CHO 80/60	1,5%	2
	2%	2
	2,5%	2
Total		10

Ensayo de Abrasión al Concreto (ASTM C944)

El ensayo de abrasión al concreto, según la norma ASTM C944, es una prueba que se utiliza para evaluar la resistencia del concreto a la abrasión. En este ensayo, se somete una muestra de concreto a la acción repetida de partículas abrasivas, y se mide la cantidad de material que se desgasta. La resistencia a la abrasión es una propiedad importante del concreto, ya que puede afectar su durabilidad y su capacidad para soportar cargas, por lo que se consideró importante evaluar también a este tipo de hormigones con este tipo de adición.

Tabla 15: Muestreo propuesto para el ensayo de Abrasión . Fuente: Elaboración Propia.

ASTM C944		
Tipo de Muestra	Porcentajes	Edad (días)
		28 días

Muestra patrón	0%	2
	1%	2
Muestra con adición de acero entrefilado Sika Fiber® CHO 80/60	1,5%	2
	2%	2
	2,5%	2
Total		10

Método de prueba estándar para Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de concreto reforzado (ASTM C1579 - 06)

El método de prueba estándar ASTM C1579-06 se utiliza para evaluar la susceptibilidad al agrietamiento por contracción plástica en concretos reforzados con fibras. Este procedimiento permite determinar la efectividad de las fibras para reducir o controlar las fisuras causadas por la pérdida de humedad en las primeras etapas del fraguado, bajo condiciones específicas de ensayo. Los resultados obtenidos ayudan a comparar el desempeño de distintos tipos de fibras en aplicaciones de concreto sometidas a contracción plástica,

La medición de las fisuras en el concreto es fundamental porque permite evaluar la calidad, durabilidad y seguridad estructural de los elementos de concreto. Su importancia radica en por ejemplo la identificación de problemas estructurales: Las fisuras pueden indicar defectos en el diseño, construcción, materiales o condiciones de carga, lo que ayuda a prevenir fallos mayores, así como también en la durabilidad y vida útil en el concreto: Las fisuras permiten la entrada de agentes externos como agua, cloruros y dióxido de carbono, acelerando procesos de deterioro como la corrosión del acero de refuerzo. Su medición ayuda a planificar intervenciones preventivas.

Tabla 16: Muestreo propuesto para el ensayo de Agrietamiento por contracción plástica. Fuente: Elaboración Propia.

ASTM C1579 - 06		
Tipo de Muestra	Porcentajes	Edad (días)
		1 días
Muestra patrón	0%	2
	1%	2
Muestra con adición de acero entrefilado Sika Fiber® CHO 80/60	1,5%	2
	2%	2

	2,5%	2
Total		10

Criterios de Selección

Los criterios de selección propuestos han sido obtenidos de referencias teóricas (normas) así como también de referencias de antecedentes citados en la parte teórica de esta investigación científica, a continuación, mostraremos algunos de los criterios de selección:

Fibra de Acero Entrefilado

- La fibra de acero entrefilado adquirida para esta investigación científica es de la marca de Sika Fiber CHO 80/60 NB, debido a su disponibilidad inmediata en el mercado peruano.
- La longitud 80/60 NB fue seleccionada considerando los antecedentes citados en la presente investigación, así como las recomendaciones técnicas de su fabricante, quien sugería su uso en diversos tipos de losas de concreto. Asimismo, se tomó en cuenta que la ficha técnica de la fibra Dramix 3D 80/60 NB recomendaba su aplicación en pavimentaciones. Es importante destacar que ambos tipos de fibras estaban fabricados con el mismo material, diferenciándose únicamente por las marcas que los comercializaban.
- La fibra fue adquirida de los mismos proveedores de Sika, mediante una cotización.
- Se deberá tener en cuenta que estas no se encuentren oxidadas, dichas fibras deberán contar con la ficha técnica otorgada por la empresa.
- Además, se deberá contar con un buen almacenamiento de las fibras ya que si son almacenadas en un ambiente en donde exista presencia de humedad, estas se oxidarán.



Figura 16: Saco de 20 kg de Fibra de acero entrefilado Sika Fiber CHO 80/60 NB. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 17: Forma en la que viene la Fibra de acero entrefilado Sika Fiber CHO 80/60 NB. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 18: Muestra de la fibra y su presentación como fibra entrefilado. Fuente: Elaboración Propia.

F'c de Diseño

Se seleccionó un $f'c$ de diseño de 280 kg/cm^2 , teniendo en cuenta las características del suelo en la ciudad de Pimentel. Esta elección se fundamentó en los resultados de los ensayos de suelos realizados en la zona, priorizando el escenario más razonable. De acuerdo con la tabla correspondiente de la Norma Técnica Peruana E.060 de Concreto Armado, el suelo presenta una exposición moderada a sulfatos, lo que requiere un diseño adecuado para estas condiciones. Por lo tanto, en esta tesis se adoptó un $f'c$ de diseño de 280 kg/cm^2 junto con una relación agua/cemento de 0.45, en cumplimiento con lo estipulado por la normativa ACI.

Tabla 17: Requisitos para concretos Expuestos a Soluciones de Sulfatos. Fuente. E.0.60 Concreto Armado.

Exposición a Sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO ₄) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO ₄) en el agua, ppm	Tipo de cemento	Relación máxima agua- material cementante (en peso) para concretos de peso normal	F'c mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero
Insignificante	$0.0 \leq \text{So}_4 < 0.1$	$0 \leq \text{So}_4 < 150$	-	-	-
Moderada	$0.1 \leq \text{So}_4 < 0.2$	$150 \leq \text{So}_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0.50	28
Severa	$0.2 \leq \text{So}_4 < 2.0$	$1500 \leq \text{So}_4 < 10000$	V	0.45	31
Muy severa	$2.0 < \text{So}_4$	$10000 < \text{So}_4$	Tipo V más puzolana...	0.45	31

Las siguientes citas son ensayos de suelos realizados en la ciudad de Pimentel en donde se pueden identificar los valores de los sulfatos presentes en la zona:

- “Estudio de Calidad de Suelos con Fines de Cimentación-Asociación Pro-Vivienda “EL EDEN II-PIMENTEL”, se obtuvo como resultado que el porcentaje presente de sales se encuentran en un rango severo [49], esto es debido a que las muestras obtenidas son cercanas a la playa misma.
- En el informe Geotécnico – Habilitación Urbana Residencial con Construcción Simultánea de Viviendas “Mar Azul” – ubicados en el distrito de Pimentel, en el departamento de Lambayeque, se obtuvo como resultados de los estudios de suelo que hay una presencia severa de sulfatos para la cual se brinda 2 opciones para la construcción de las viviendas que serán ejecutadas posteriormente por el programa social nacional conocido como Techo Propio, en donde se evalúa dar como solución el uso de cementos tipo V o el uso de cementos Tipo MS.

Cemento

El cemento utilizado fue del tipo MS (Anti-Salitre) de la marca Pacasmayo, seleccionado por sus propiedades específicas para resistir ambientes agresivos. Esta elección se fundamenta en las recomendaciones establecidas por la normativa peruana, que sugiere el uso de este tipo de cemento en zonas donde las características del suelo puedan afectar la durabilidad del concreto. En el caso particular del distrito de Pimentel, se identificaron condiciones de suelo clasificadas entre moderadas y severas, lo que refuerza la decisión de emplear un cemento tipo MS. Además, antecedentes técnicos respaldan esta elección debido a su eficacia comprobada en contextos similares, garantizando así un mejor desempeño y mayor resistencia en estructuras expuestas a factores adversos.

- En el proyecto de habilitación Urbana de Pimentel – Chiclayo, se llegó a la conclusión de que al existir una fuerte presencia de sales en la ciudad de Pimentel se recomienda el uso de cementos MS, conclusión a la que se llega después de ensayos de suelos realizados en la zona apegados a su propia investigación científica.



Figura 19: Cemento utilizado (Cemento marca Pacasmayo MS). Fuente: Elaboración Propia.



Figura 20: Cemento marca Pacasmayo (MS), por la parte posterior. Fuente: Elaboración Propia.

Agregados

Para los agregados se verificó que estos cumplan con la normativa NTP 400.012, por lo cual tanto los agregados finos como los gruesos serán ensayados para comprobar que cumplan con dicha normativa. Estos agregados son provenientes de zonas aledañas a Chiclayo: en el caso del agregado fino, proveniente de la cantera de “Pátapo”, y el agregado grueso, de la cantera de “Tres Tomas”.



Figura 21: Agregado Grueso proveniente de la cantera “Tres Tomas”. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 22: Agregado Fino proveniente de la cantera de “Pátapo”. Fuente: Elaboración Propia.

Agua

El agua usada para la elaboración de las probetas y vigas fue de uso potable según como lo estipula la normativa E0.60 de concreto.

Slump

El concreto a usar tendrá que ser ensayado bajo la norma (NTP 339.035), donde se verificará que el Slump sea de 3'' en el momento de realizar el concreto patrón ya que eso vendría a ser lo normado para pavimentaciones que es el punto de aplicación de esta investigación.



Figura 23: Medida del Slump del concreto Patrón 3''. Fuente: Elaboración Propia.

Procedimiento

Para llevar a cabo este proyecto de investigación, se siguieron los siguientes pasos:

Obtención de los Agregados

El agregado fino fue adquirido de la cantera de “Pátapo”, y el agregado grueso de la cantera de “Tres Tomas”, ambos agregados fueron traídos a la ciudad de Chiclayo embalsados en sacos para evitar la contaminación de los agregados y así evitar pérdidas también del material en el camino.

Ensayo de los Materiales

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

El objetivo del ensayo es medir el diámetro de los agregados y garantizar que cumplan con los parámetros de la norma NTP 400.012. Tanto para los agregados finos como para los agregados gruesos, se siguió el procedimiento establecido en la norma.

Se seleccionó una muestra representativa después de preparar el material en forma cónica y homogénea. Se tomó una muestra de 500 gramos para el agregado fino y la cantidad requerida para el agregado grueso. Se pesó la cantidad retenida en cada tamiz después de tamizar el agregado. Finalmente, las tablas se llenaron para trazar la curva de granulación de acuerdo con las normas y porcentajes necesarios.

Para el Agregado Fino:

Se seleccionó una muestra representativa del agregado de acuerdo con la normativa técnica peruana NTP 400.012 y se utilizaron los tamices correspondientes (3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100). La medida de la muestra utilizada fue de 500 kg, como se muestra en la siguiente imagen. Es importante mencionar que la muestra para el ensayo de granulometría del agregado fino se secó previamente



Figura 24: Proceso del cuarteo.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 25: Cuarteo del Ag. Fino. Fuente: Elaboración Propia



Figura 26: Peso de la muestra a emplear del Agregado Fino.
Fuente: Elaboración Propia.

Para el Agregado Grueso:

Se escogió una muestra representativa del agregado grueso cumpliendo con la normativa NTP 400.012 y se emplearon los tamices correspondientes para el ensayo los cuales son (2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4, N° 8 y N° 16) respectivamente.



Figura 27: Proceso de cuarteo del Ag. Grueso. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 28: Cuarteo finalizado del agregado grueso, en esta parte se decide cual diagonal ensayar por granulometría.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 29: Peso de la muestra del Ag. Grueso para el ensayo de granulometría. Fuente: Elaboración Propia.

El tamizado de ambos agregados se realizó manualmente, respetando las consideraciones otorgadas por la normativa con el fin de alcanzar un tamizado adecuado.

El siguiente paso, tras almacenar la cantidad de las muestras retenidas obtenidas en cada tamiz, es pesarlas. Este dato numérico nos ayudará a obtener el porcentaje acumulado retenido y a determinar cuál es el porcentaje que pasa. A partir de la obtención de estos datos, se realizó la curva granulométrica (abertura del tamiz vs. porcentaje acumulado que pasa).

Es importante tener en cuenta que si los agregados no cumplen con los límites establecidos por la norma, se deberán cambiar los agregados, ya sean finos o gruesos, o realizar un procedimiento de mezclado entre agregados para que cumplan con las especificaciones indicadas en la normativa peruana.

Dentro de los límites granulométricos de la normativa, podemos encontrar:

Tabla 18: Límites de granulometría para agregados Finos. Fuente: NTP 400.037

MALLA	% QUE PASA
3/8	100
N° 4	95-100
N° 8	80-100
N° 16	50-85
N° 30	25-60
N° 50	10-30
N° 100	2-100

Tabla 19: Límites de granulometría de agregados Gruesos. Fuente: NTP 400.037

HUSO	TMN	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS								
		1 ½"	1"	¾"	½"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 50
5	1" a ½"	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
6	¾" a N° 4	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	½" a N° 4	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	3/8" a N° 16	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	N° 4 a N° 16	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

ENSAYO DE PESO UNITARIO

Es prueba tiene la función de determinar la masa existente en los agregados con respecto del peso y el volumen, siguiendo la normativa NTP 400.017.

Peso unitario Volumétrico Suelto de los Agregados

- Como primer paso, se pesará el molde hueco para obtener el valor de su masa.
- La normativa NTP 400.017 estipula que la cantidad de agregado a usar deberá ser entre el 125% y el 200% de la cantidad requerida para llenar completamente el recipiente.
- Posteriormente, se añadirá el agregado en una altura que no sea mayor a 2'', tal como lo estipula la norma, desde la parte superior del recipiente.
- Por último, todo exceso de material deberá ser alisado de manera suave con una varilla; luego, se cepillará el resto del agregado en el molde para, finalmente, pesar el molde con los agregados y obtener su peso.



Figura 30: Proceso de pesado del molde junto con el agregado. Fuente: Propia.



Figura 31: Proceso de enrazado del molde quitando el material excedente. Fuente: Propia.

Peso unitario Volumétrico Compactado de los Agregados

- Primero, se pesará el molde hueco para obtener su masa.
- Luego se colocará el Agregado a 1/3 de la altura del molde, para posteriormente compactarlo unas 25 veces tratando de evitar chocas con el fondo del molde.
- Después se colocará un relleno más que cubra ahora los 2/3 del molde, y se procede a realizar el compactado unas 25 veces más.
- Posteriormente a lo anterior descrito se procede con el ultimo llenado del molde en su totalidad 3/3 y se realiza el proceso de compactado con varillas unas 25 veces.
- Todo exceso deberá ser alisado con la varilla usada para compactar, de manera gentil.

- Como detalle para tener en cuenta se deberá cepillar restos del agregado que se encuentre cerca del molde para evitar en lo posible la realización de un mal ensayo.
- Por último, se pesa el molde junto con el agregado, este proceso consecutivo de pasos se recomienda realizarse 3 veces para llegar a obtener valores confiables.



Figura 32: Proceso de llenado del molde. Fuente:

Propia.



Figura 33: Proceso de varillado de la muestra.

Fuente: Propia.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

Es la densidad es la relación entre el peso y el volumen de un material sólido. Cabe señalar que cuando la densidad de un material es baja, el material es generalmente absorbente o bajo:

Procedimiento para el agregado fino:

- El primer paso para realizar este ensayo es el de pesar 2 kg de material a ensayar, vertiéndolo en un recipiente con agua y se le dejara reposar en un tiempo de 2 horas.
- Posterior a eso se retira el agua del recipiente en donde se colocó el material a reposar y el agregado se esparcirá en una hoja de papel bajo la luz del sol y flujo del aire, hasta que el material se seque.
- Luego se colocará el material dentro de una bandeja y con cuidado se colocará dentro del cono de absorción, el llenado de dicho cono con el material se realizará en 3 partes que contengan similitud en los pesos y se hará un proceso de 25 pasadas en cada una de las capas con la pastilla.

- Después a esto se retirará el cono, como observación se tiene que si en el momento de realizar el retiro del cono se quedan $\frac{3}{4}$ partes del agregado significa que se ha asentado indicando que la muestra esta superficialmente seca, si la muestra realiza un paso opuesto al descrito significa que aún está húmeda.
- Del material seco se pesarán unos 500 gramos pesándolos en el vial.
- Luego se procederá con la colocación del granulado en el matraz en donde se le adicionara agua destilada a 500 cm³, las burbujas de aire que se queden atrapadas deberán ser removidas con movimientos suaves y se dejara reposar por un lapso de 24 horas.
- Por último, se le retirara el agua destilada que se dejó reposar del matraz dejando solo al agregado fino, para finalmente pesar el exceso de granulado dentro del matraz y colocó en un horno por 2ha 110 ° C \pm 5 °.



Figura 34: Proceso de realización del ensayo con el Ag. Fino. Fuente: Propia.



Figura 35: Proceso de culminación del ensayo. Fuente: Propia.

Procedimiento para el agregado Grueso:

- Como primer paso se tiene que lavar la muestra del agregado para poder eliminar cualquier impureza o rastro de polvo, se sumergirá en agua durante un lapso de 24 horas.
- Luego se sacará la muestra del recipiente limpiándolo de manera superficial con un trapo seco y limpio, para que de esta forma se sature la muestra y esté seca de manera superficial.

- Posterior a eso se procederá con el pesado de la muestra, y de hallará el peso de la muestra sumergida a lo que comúnmente se le conoce como temperatura ambiente del agua.
- Por último, dicha muestra será colocada en un horno a 105° C durante un lapso de 2 horas, al finalizar este paso se necesitará determinar su peso nuevamente.



Figura 36: Proceso de secado a la intemperie.

Fuente: Propia.



Figura 37: Muestra antes de ser colocada en el

horno. Fuente: Propia.

PROCESO DEL DISEÑO DE MEZCLA

Para el diseño de mezcla se empleó el método convencional del ACI (American Concrete Institute), utilizando un $f'c$ de diseño de 280 kg/cm², al cual se le adicionaron los 84 kg/cm² recomendados según lo establecido en la normativa. Este incremento es necesario para garantizar un margen de seguridad que compense las posibles variaciones en las condiciones de obra, como el control en el proceso de mezclado, colocación y curado, así como para asegurar que el concreto alcance la resistencia especificada a los 28 días.

Tabla 20: Paso número 1 del método de ACI. Fuente: ACI

$f'c$ especificado	$f'c$ (kg/cm ²)
<210	70
210 a 350	84
> 350	98

A continuación, se presentarán las fotos de la rotura realizada a 28 días, con un factor de seguridad de 84 kg/cm² como lo estipulado en el ACI 211.



Figura 38: Diseño de mezcla con un factor de seguridad de 84 kg/cm². Fuente: Elaboración Propia.



Figura 39: Resultado obtenido de la rotura a 28 días del diseño de mezcla adicionando un factor de seguridad de 84 kg/cm². Fuente: Elaboración Propia.



Figura 40: Rotura de un diseño de mezcla a 28 días con un factor de seguridad de 84 kg/cm².
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 41: Resultado obtenido de la rotura adicionando un factor de seguridad de 84 kg/cm² a un f'_c de diseño de 280 kg/cm². Fuente: Elaboración Propia.

ELABORACION DE PROBETAS

Para la elaboración de las probetas de concreto se tuvo en cuenta los siguientes criterios para el muestreo:

- El tiempo de mezclado del concreto fue en compañía del técnico del laboratorio, se siguió la normativa de la secuencia en la que los materiales son agregados por tandas a la mezcladora.
- El tiempo de mezclado cumple con lo estipulado en las normas técnicas.
- Se usaron guantes y cucharones para la manipulación de la mezcla.
- Se realizó lo estipulado por la normativa técnica peruana, se emplearon moldes cilíndricos o vigas según el ensayo, barras compactadoras, cucharones, planchas de albañilería, mazos de goma y aceite derivados del petróleo para las probetas.

Procedimiento que se realizó para el moldeado de las probetas:

- Se limpiaron los moldes de restos de concretos previos
- Se engrasaron los moldes tanto interior como exteriormente
- Se colocaron cerca de la mezcladora los moldes para facilitar el moldeo de las probetas, se cuidó que el lugar estuviera alejado de vibraciones como lo contempla la normativa
- Los moldes fueron llenados en tercios, cada capa fue compactada con 25 golpes de la varilla previamente húmeda y se le realizaron 15 golpes con el maso de goma.
- La superficie de la probeta de concreto se engrasó con la plancha, buscando obtener una superficie lo más lisa posible, retirando el material excedente en cada probeta
- Por último, se guardaron las primeras 24 horas cerca del lugar del vaciado protegidos de la intemperie, se le colocaron etiquetas a las probetas que contenían datos como la fecha del vaciado, el $f'c$ de diseño y el día de su rotura.

ELABORACION DE PROBETAS SIN ADICION

El proceso de la elaboración de las probetas sin adiciones de fibra de acero entrefilado Sika Fiber CHO 80/60 NB fue el siguiente:

- Pesar de manera correspondiente los valores de cemento (en este caso Cemento Pacasmayo MS), agregados (Finos y Gruesos) y agua; los pesos estarán determinados por el diseño de mezcla realizado que en este caso tiene una relación de agua/cemento de 0.45 y cuyo $f'c$ de diseño es de 280 kg/cm².

- La mezcladora deberá estar limpia por dentro y libre de cualquier sustancia que modifique o altere la composición del concreto que se va a realizar.
- Se procede al vaciado de los agregados en el orden correspondiente al igual que el agregado del agua y el cemento para realizar las probetas de concreto patrón.
- Las probetas que se usaron para los ensayos de resistencia del concreto patrón tienen las medidas de 4" x 8" (102 x 203mm), las probetas usadas para el ensayo de tracción tienen las siguientes medidas 6" x 12" (152 x 305mm), y por ultimo las medidas para las vigas que se usaron fueron de 15*15*50 cm.



Figura 42: Proceso de realización de las vigas. Fuente: Propia.



Figura 43: Proceso culminado de llenado de probetas. Fuente: Propia.



Figura 44: Proceso de llenado culminado de vigas. Fuente: Propia.



Figura 45: Proceso de etiquetado de probetas para tracción. Fuente: Propia.



Figura 46: Proceso de etiquetado de vigas. Fuente: Propia.



Figura 47: Etiquetado de muestras patrón sin adiciones para los ensayos de resistencia, flexión y tracción. Fuente: Propia.

ELABORACION DE PROBETAS CON ADICION

El proceso de la elaboración de las probetas con adiciones de fibra de acero entrefilado Sika Fiber CHO 80/60 NB (1%, 1.5%, 2% y 2.5%) fue el siguiente:

- Pesar de manera correspondiente los valores de cemento (en este caso Cemento Pacasmayo MS), agregados (Finos y Gruesos) y agua; los pesos estarán determinados por el diseño de mezcla realizado que en este caso tiene una relación de agua/cemento de 0.45 y cuyo $f'c$ de diseño es de 280 kg/cm².
- La adición de fibra de acero, al venir en la condición de percolada, para su mayor distribución dentro del mezclado de los agregados se colocó el peso de la fibra según el porcentaje a vaciar que tocaría, a disolver en el agua que se iba a utilizar para el proceso del mezclado durante un lapso de tiempo de unos 5 minutos, esto es debido a que al realizar un diseño de mezcla con un $f'c$ de 280 kg/cm² y contar con una relación baja de agua cemento, la fibra de acero tiene problemas con su separación en cuanto se llega a las adiciones más grandes en porcentaje (2% y 2.5%), si se tratara con un tipo de concreto más fluido o si se usara un aditivo plastificante, no habría necesidad de realizar este paso, ya que la ficha técnica de la fibra indica que se puede agregar a la mezcla como si fuese un agregado más, y que solo por el proceso de mezclado se separaran las fibras unas de otras.



Figura 48: Forma en la que viene la fibra de acero por la condición de ser entrefilado.

Fuente: Propia.



Figura 49: La fibra de acero después de estar en el agua de mezclado y ser retirada. Fuente:

Propia.



Figura 50: Fibra de acero entrefilado después de pasar por un proceso de inmersión de agua. Fuente: Propia.

- La mezcladora deberá estar limpia por dentro y libre de cualquier sustancia que modifique o altere la composición del concreto que se va a realizar.
- Se procedió al vaciado de los agregados en el orden correspondiente. Posteriormente, se añadió la fibra de acero entrefilado y, por último, el cemento y el agua para la mezcla.

- Las probetas que se usaron para los ensayos de resistencia del concreto con adiciones tienen las medidas de 4" x 8" (102 x 203 mm). Las probetas usadas para el ensayo de tracción tienen las siguientes medidas: 6" x 12" (152 x 305 mm). Por último, las medidas para las vigas que se usaron fueron de 15 x 15 x 50 cm.

ENSAYO DE SLUMP

El procedimiento realizado para el ensayo de Slump de concreto en fresco se siguió los lineamientos establecidos en la NTP 339.035, se obtuvieron los datos de Slump en las diferentes dosificaciones (1%, 1.5%, 2% y 2.5%).



Figura 51: Proceso de realización del ensayo para determinar el Slump en concretos. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 52: Medición para determinar el Slump en una muestra de concreto.

Fuente: Elaboración Propia.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

Utilizamos el método establecido en la norma NTP 339.034 para el ensayo de compresión. Con medidas de 4" x 8" (102 x 203 mm), fabricamos probetas cilíndricas utilizando un proceso de fabricación por capas, compactándolas con una varilla y golpeándolas con el maso de goma, siguiendo las indicaciones de la norma NTP 339.033.

Posteriormente, dividimos las probetas a los 1, 3, 7, 14 y 28 días de edad, aplicando una carga axial a 25Mpa/s hasta que fallaron.



Figura 53: Materiales necesarios para el proceso de mezclado de concreto. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 54: Agregados pesados de acuerdo con las dosificaciones de cada componente para realizar la mezcla de concreto. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 55: Testigos de concreto realizados para el ensayo de Resistencia a la Compresión. Fuente: Elaboración Propia.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION

Para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas, realizamos un ensayo de compresión según la norma NTP 339.078. Llenamos los moldes en dos capas y compactamos cada 14 cm² según la norma, las vigas median 15x15x50 cm y se cortaron a los 14 y 28 días.



Figura 56: Proceso de llenado de las vigas. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 57: Llenado de vigas de concreto a diferentes porcentajes de adiciones. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 58: Etiquetado de las vigas de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION

Los lineamientos de la NTP 339.084 se aplicaron al ensayo de compresión: Metodología de ensayo normalizada utilizada para medir la resistencia a tracción simple del concreto mediante la compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Las pruebas fueron moldeadas a tercios de la longitud de la prueba, y cada uno de los tercios fue compactado 25 veces con una varilla de acero. Además, se le dieron 15 golpes con un martillo de goma en cada capa, según la norma. Este ensayo tenía una duración de 14 y 28 días, y sus medidas eran de 6" x 12" (152 x 305 mm).



Figura 59: Proceso de vaciado de las probetas para el ensayo de Tracción. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 60: Etiquetado de probetas para el ensayo de Tracción. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 61: Falla de una probeta ensayada por flexión en la dosificación de 2.5%. Fuente: Elaboración Propia.

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

La norma UNE 12390-8 establece la profundidad de penetración de agua bajo presión para el ensayo de permeabilidad del concreto. Durante 72 horas, las probetas y el equipo se preparan, las caras se pulen, se colocan en los anillos de goma, y se aplica una presión de 500 kPa.



Figura 62: Proceso de pulido de una cara de las probetas para Permeabilidad. Fuente: Propia.



Figura 63: Proceso de colocación de las probetas para ensayarlas por Permeabilidad. Fuente: Propia.



Figura 64: Maquinaria para utilizada para el ensayo de permeabilidad. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 65: Proceso de ejecución del ensayo de Permeabilidad. Fuente: Elaboración Propia.

Después de este tiempo, se seca la cara ensayada y se lleva la probeta a la prensa para realizar el ensayo brasileño, que consiste en dividir la probeta en dos mitades y medir la profundidad

máxima penetrada. El objetivo de este procedimiento es obtener un promedio de la permeabilidad del concreto.



Figura 66: Proceso de rotura a tracción de las probetas ensayadas por Permeabilidad. Fuente: Propia.



Figura 67: Proceso de marcado de la probeta patrón para determinar su penetración de agua. Fuente: Propia.



Figura 68: Proceso finalizado de rotura a tracción para el ensayo de Permeabilidad. Fuente: Propia.



Figura 69: Marcación finalizada de la probeta patrón para el ensayo. Fuente: Propia.

Es importante destacar que las roturas establecidas para este ensayo son de 28 días y tienen una medida de 4" x 8" (102 x 203mm). De esta manera, se garantiza que los resultados obtenidos sean precisos y confiables.



Figura 70: Proceso de medición de las probetas ensayadas para determinar valores. Fuente: Propia.

Hay que tener en cuenta que cuando mayor sea el porcentaje de adición dentro del concreto más dificultad tendrá la rotura por tracción de este tipo de concretos, esto se evidencia en las siguientes imágenes en donde se observa que el concreto no cede de forma uniforme como cedió ante el concreto patrón:



Figura 71: Proceso de rotura para el 1%. Fuente: Propia.



Figura 72: Proceso de rotura para el 1.5%. Fuente: Propia.



Figura 73: Proceso de rotura para 2%. Fuente: Propia.



Figura 74: Proceso de rotura 2.5%. Fuente: Propia.

ENSAYO DE CAPILARIDAD

En el mundo de la construcción, la calidad del concreto es un factor crucial para garantizar la seguridad y durabilidad de las estructuras. Es por eso que existen normas y estándares que regulan su fabricación y ensayo, como la norma ASTM C1585-04 para el ensayo de capilaridad del concreto.

Este ensayo consiste en medir la capacidad del concreto para absorber agua a través de sus poros, lo que puede afectar su resistencia y durabilidad a largo plazo. Para llevar a cabo este procedimiento, se compactaron probetas cilíndricas de concreto en dos capas y se golpearon 15 veces según lo estipulado en la normativa.

Las dimensiones de las probetas fueron de 4" x 8" (102 x 203mm) y se romperán a través de una cortadora en línea recta después de 28 días. Pero antes de eso, se llenaron tres caras de las probetas con silicona transparente y se midió su peso durante una semana. Este proceso permitió medir la cantidad de agua que el concreto absorbía a través de las caras no cubiertas por la silicona.

Durante la primera semana, se observaron y midieron las probetas a media hora, 1 hora, 2 horas y cada hora hasta cumplir 6 horas. Después de ese tiempo, se apuntó el peso de lo que se absorbe en las probetas cada 24 horas por el periodo de una semana. Este procedimiento se llevó a cabo con profesionalismo y rigurosidad para garantizar resultados precisos y confiables.

Los resultados obtenidos en este ensayo permiten evaluar la calidad del concreto utilizado en la construcción de las estructuras. Si los niveles de absorción son altos, puede indicar que el concreto no fue fabricado adecuadamente o que no se utilizaron los materiales correctos. Por otro lado, si los niveles son bajos, indica que el concreto es resistente y duradero.

En conclusión, el ensayo de capilaridad del concreto es una herramienta fundamental para garantizar la calidad de las estructuras construidas con este material. Su realización siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM C1585-04 permite obtener resultados precisos y confiables que pueden ser utilizados para evaluar la calidad del concreto utilizado en la construcción.



Figura 75: Proceso de pesado de las probetas con silicona, concreto patrón. Fuente: Propia.



Figura 76: Proceso de pesado de las probetas con silicona, probeta de 1%. Fuente: Propia.



Figura 77: Proceso de pesado de las probetas con silicona, probeta de 1.5%. Fuente: Propia.



Figura 78: Proceso de pesado de las probetas con silicona, probeta 2%. Fuente: Propia.



Figura 79: Proceso de pesado de las probetas con siliconas, probeta 2.5%. Fuente: Propia.

ENSAYO DE ION CLORURO

En el ámbito de la construcción, es fundamental garantizar la calidad y resistencia del concreto utilizado en las estructuras. Para ello, se realizan diversos ensayos que permiten evaluar sus propiedades y determinar su capacidad para soportar diferentes agentes externos. Uno de estos ensayos es el análisis de ion cloruro, el cual sigue los lineamientos establecidos en la norma ASTM C 1202.

El procedimiento para llevar a cabo este ensayo es riguroso y requiere de una serie de pasos específicos. En primer lugar, se procede al moldeado de las probetas, las cuales deben tener dimensiones de 4" x 8" (102 x 203mm) y ser compactadas en dos capas, con un proceso de compactación de 25 veces y 15 golpes con un martillo de goma según lo estipulado en la normativa.

Una vez realizada la compactación, se deja fraguar el concreto durante un periodo de 28 días, tras el cual se procede a la rotura de las probetas. Para ello, se deben cortar con un trazo recto que permita encajarlas en la maquinaria especial para la realización del ensayo.

El objetivo del análisis de ion cloruro es evaluar la resistencia del concreto a la penetración de cloruro, lo cual es fundamental para garantizar su durabilidad en ambientes agresivos. Este ensayo se lleva a cabo mediante la aplicación de una corriente eléctrica a través de la probeta sumergida en una solución salina. A medida que la corriente circula a través del concreto, se produce una migración de los iones cloruro presentes en la solución hacia el interior de la muestra.

El resultado del ensayo se obtiene midiendo la cantidad de carga eléctrica que circula a través del concreto y comparándola con los valores establecidos en la normativa. De esta forma, se puede determinar si el concreto es capaz de resistir la penetración de cloruro y cuál es su grado de deterioro en caso contrario.

En el proceso de ejecución de un ensayo, es fundamental tener en cuenta los diferentes elementos que se utilizarán para lograr los resultados esperados. En el caso de un ensayo que involucre la utilización de NaOH y NaCl disueltos en agua, es importante seguir ciertas pautas para asegurar un procedimiento adecuado.

En primer lugar, es necesario contar con los elementos necesarios para llevar a cabo el ensayo, entre ellos, el NaOH y NaCl disueltos en agua. Estos líquidos deben ser ingresados al aparato de manera cuidadosa y controlada para evitar errores en los resultados, además se deberá usar guantes para el manejo de este tipo de sustancias.

Las probetas por ensayar deberán ser redondeadas como se muestra a continuación para que puedan encajar dentro de la maquinaria especial.



Figura 80: Proceso de redondeado de las probetas.

Fuente: Propia.



Figura 81: Probetas redondeadas en la cortadora.

Fuente: Propia

También se deberá tener en cuenta que deberá pasar un proceso de curado por un lapso de 3h usando una maquinaria, se medirán de las probetas a ensayar y se sellará con silicona transparente para evitar fugas durante el ensayo.



Figura 82: Maquinaria empleada para el proceso de curación por un lapso de 3h de las probetas. Fuente: Propia.

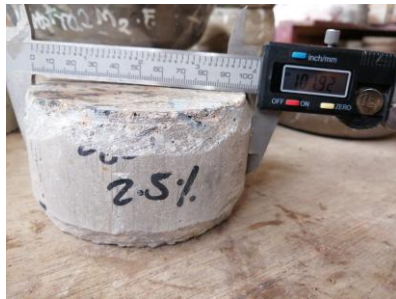


Figura 83: Proceso de medición de las probetas a ensayar. Fuente: Propia.



Figura 84: Silicona utilizada para sellar las filtraciones. Fuente: Propia.

En conclusión, el análisis de ion cloruro es un ensayo fundamental para evaluar la calidad y resistencia del concreto utilizado en estructuras expuestas a ambientes agresivos. Siguiendo los lineamientos establecidos en la normativa ASTM C 1202 y llevando a cabo un proceso riguroso de moldeado, fraguado y rotura de las probetas, es posible obtener resultados precisos y confiables que permitan garantizar la seguridad y durabilidad de las estructuras construidas con este material.



Figura 85: Producto NaCl y NaOH, empleados para el ensayo. Fuente: Propia.



Figura 86: Proceso de preparación para de NaOH y el NaCl. Fuente: Propia.



Figura 87: Proceso de armado de la máquina.

Fuente: Propia.



Figura 88: Proceso de llenado con la sustancia a la máquina. Fuente: Propia.



Figura 89: Proceso de toma de datos de las probetas ensayadas por Penetración de Cloruros. Fuente:

Propia.



Figura 90: Reacción de la probeta al ensayo de penetración de ion de cloruros, 2.5% de adición.

Fuente: propia.



Figura 91: Reacción de la probeta al ensayo de penetración de ion de cloruros, 2% de adición. Fuente: propia.

ENSAYO DE FISURACION (ASTM C1579 – 06)

El ensayo descrito en la norma ASTM C1579-06 es crucial en el ámbito de la construcción, especialmente para evaluar concretos con fibras. Su objetivo es medir y comparar la resistencia al agrietamiento por contracción plástica en concretos reforzados con fibras. Este fenómeno ocurre durante las primeras horas tras la colocación del concreto, cuando la pérdida de agua superficial puede causar grietas si no es compensada adecuadamente. El ensayo ayuda a determinar la eficacia del uso de fibras para mitigar este problema, proporcionando información valiosa para mejorar la durabilidad y calidad de las estructuras de concreto.

Preparación de los moldes:

- Asegúrese de que los moldes estén limpios y libres de impurezas. Los moldes deben tener dimensiones de 0.5 x 0.36 x 1 metros.
- Aplique una capa uniforme de aceite desmoldante en la superficie interior de los moldes para facilitar la extracción de las probetas una vez endurecidas.



Figura 92: Moldes poseen una dimensión de 0.5*0.36*1m.



Figura 93: Proceso de colocación del aceite desmoldante.

Compactación:

Aplique golpes con un martillo de goma sobre los moldes para garantizar una adecuada compactación y eliminar vacíos que puedan afectar la uniformidad de la probeta.

Este procedimiento asegura la correcta preparación de las muestras para realizar el ensayo.

Preparación del equipo de mezclado:

- Limpie adecuadamente el trompo (mezcladora) donde se realizará el proceso de mezcla del concreto patrón, eliminando residuos que puedan alterar las propiedades de la mezcla.



Figura 94: Limpieza del trompo.

Elaboración de las Muestras patrón:

- Prepare la mezcla de concreto siguiendo las proporciones establecidas para la muestra patrón.
- Una vez colocada la mezcla en el molde, realice un proceso de chuceado (varillado) para eliminar burbujas de aire y asegurar un llenado uniforme



Figura 95: Proceso de llenado de los moldes.



Figura 96: Proceso de chuceado de la primera muestra patrón.



Figura 97: Proceso de vaciado de la segunda muestra patrón.



Figura 98: Resultado obtenido de 1 molde de la muestra patrón.

Elaboración de las muestras con Adiciones:

- Prepare la mezcla de concreto siguiendo las proporciones establecidas para la muestra patrón, solo que en esta ocasión se le añade, respectivamente, a las mezclas de concreto el acero entrefilado empleado por %.

- Una vez colocada la mezcla en el molde, realice un proceso de chuceado (varillado) para eliminar burbujas de aire y asegurar un llenado uniforme.



Figura 99: Moldes realizados con la adición de 1%



Figura 100: Proceso de vaciado de los moldes en el porcentaje de 1.5% de adición de fibra de acero entrefilado.



Figura 101: El proceso de vaciado de los moldes en el 1.5% de adición de fibra.



Figura 102: Proceso de vaciado de los moldes en el porcentaje de 1.5% de adición de fibra de acero entrefilado.

Para la adición del 2% se realizaron los mismos pasos ya antes mencionados, el molde es llenado dos veces y pasa por el mismo proceso de chuceado y de golpes con el mazo de goma, a continuación, se muestra el proceso de vaciado de las dos muestras para el 2%.



Figura 103: Proceso de llenado a 2% de adición.



Figura 104: Proceso de llenado a 2.5% de adición.



Figura 105: Primeras 7 losas obtenidas para ser evaluadas mediante el ensayo de fisuración.



Figura 106: Las 3 losas restantes obtenidas para ser ensayadas.

DESMOLDADO DE PROBETAS Y ETIQUETAS

Se retiraron los moldes de las probetas realizadas después de un lapso 24 horas de ser vaciadas para que el concreto pase de estar en estado fresco a estado endurecido, se procedió con el etiquetado de cada una de las probetas, respetando el colocar que $f'c$ de diseño tiene, sus días, si la probeta es con o sin adiciones indicando el porcentaje si fuese la segunda opción y cuando se realizó la fecha del vaciado.



Figura 107: Sopladora empleada en el desmoldado de probetas cilíndricas. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 108: Etiquetado de probetas y vigas. Fuente: Elaboración Propia.

CURADO DE PROBETAS

El curado de las probetas y las vigas se realizó en una piscina de PVC bajo un ambiente cerrado, el agua de curado era potable para evitar que cualquier sustancia pueda afectar el proceso de curado, y también se colocó una base de Tecnopor para evitar que las probetas y vigas con adiciones de la fibra rompiesen el fondo de la piscina.



Figura 109: Proceso de curado de los especímenes de concreto (Probetas y Vigas). Fuente: Elaboración Propia.

Técnica de Recolección de Datos

Las fichas técnicas se utilizarán en el proceso de recolección de datos de esta investigación científica para especificar y registrar los resultados de los ensayos realizados en las muestras de concreto para la pavimentación de concreto patrón, así como para cada uno de los porcentajes establecidos dentro de los objetivos.

Tabla 21: Técnicas de recolección de datos. Fuente: Elaboración Propia.

Técnicas	Instrumentos	Normativa
Definición y uso de los agregados para el concreto	Criterios mínimos de uso según la norma.	(NTP 400.011)
Análisis granulométrico del agregado grueso y fino	Tamizado respectivo según el tipo de agregado (fino o grueso)	(NTP 400.012)
Contenido de Humedad	Horno, bandeja, balanza	(NTP 339.185)
Peso específico y absorción del agregado fino y grueso	Fiola, Horno y bandeja	(NTP 400.021 Y NTP 400.022)
Diseño de Mezcla	Hojas Excel	(ACI 211)
Ensayo de Resistencia a la compresión	Prensa Hidráulica	(NTP 339.034)
Ensayo de Resistencia a la Flexión	Prensa Hidráulica	(NTP 339.078)
Ensayo de Resistencia a la Tracción	Prensa Hidráulica	(NTP 339.084)
Ensayo de Permeabilidad	Aparato especial de ensayo según su norma	(UNE-EN 12390-8)
Ensayo de Capilaridad	Aparato especial de ensayo según su norma	ASTM C 1585-04
Ensayo de penetración Ion Cloruro	Aparato especial de ensayo según su norma	ASTM C 1202
Ensayo de abrasión al concreto	Aparato especial de ensayo según su norma	ASTM 944

Estrategias Metodológicas de la Investigación

A continuación, se presentan a través de las siguientes imágenes cual es el proceso de la metodología que se realizara para la ejecución de este proyecto investigativo buscando obtener como resultados los objetivos planteados, comparando lo planteado de la metodología de la siguiente figura.

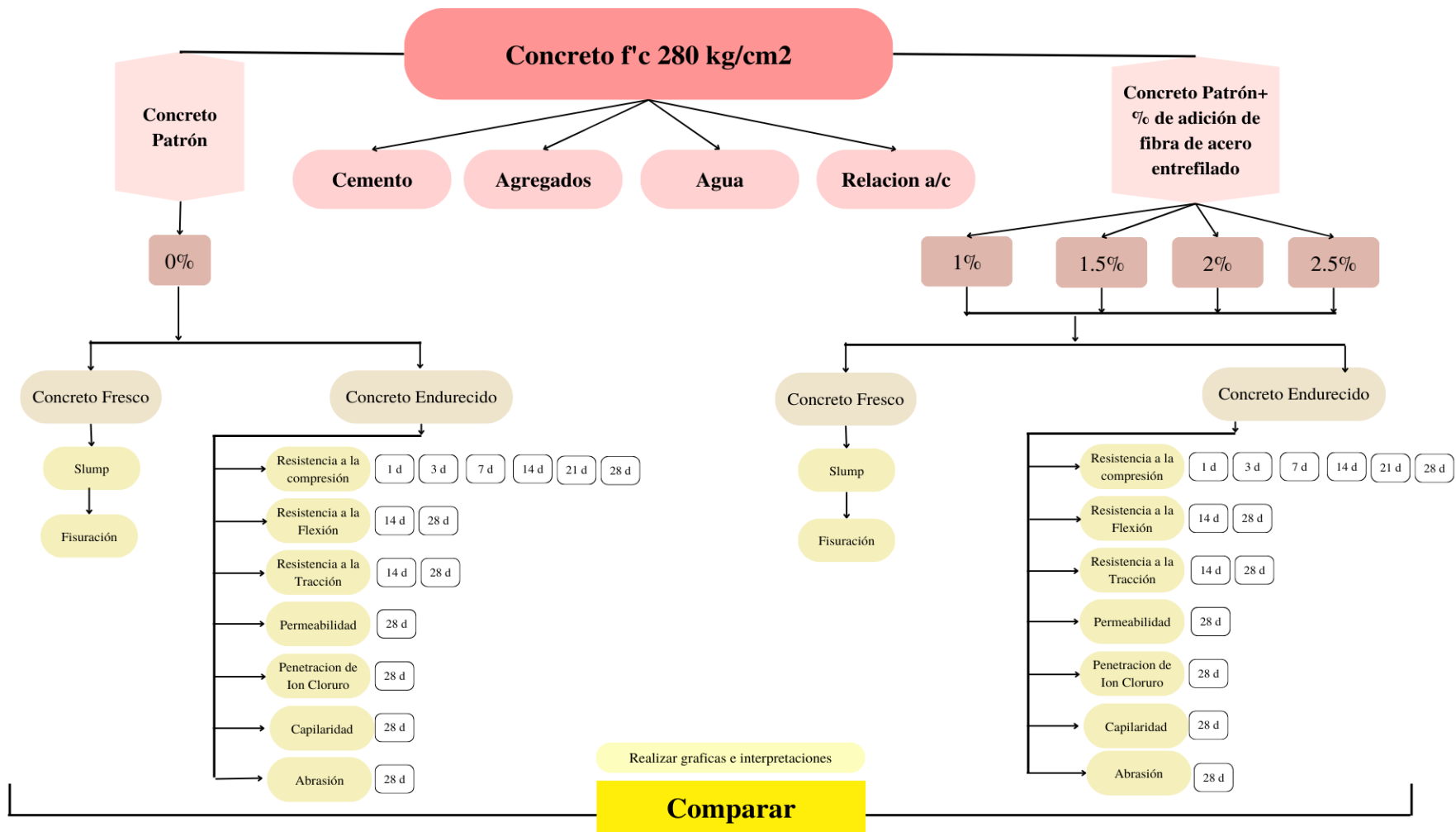


Figura 110: Operacionalización de variables. Fuente: Elaboración Propia.

Resultados y Discusión

Resultados de los agregados

A continuación, se presentan los resultados de los agregados finos y gruesos, los cuales se utilizaron para elaborar mezclas de concreto en la evaluación de la adición de la fibra de acero entrefilado para pavimentaciones.

Tabla 22: Resultados obtenidos de los agregados empleados en la investigación. Fuente: Propia.

DATOS DEL AGREGADOS	A.G	A.F	Unidades
Tamaño máximo nominal	1/2"	-	-
Peso Unitario suelto seco	1364	1560	kg/cm ³
Peso Unitario compactado seco	1557	1837	kg/cm ⁴
Peso específico de masa seco	2.80	2.66	g/cm ³
Contenido de humedad	0.32	2.73	%
Contenido de absorción	0.94	1.14	%
Módulo de fineza (adimensional)	6.97	2.87	-

A continuación, se mostrarán las curvas granulométricas representativas de los agregados finos y gruesos:

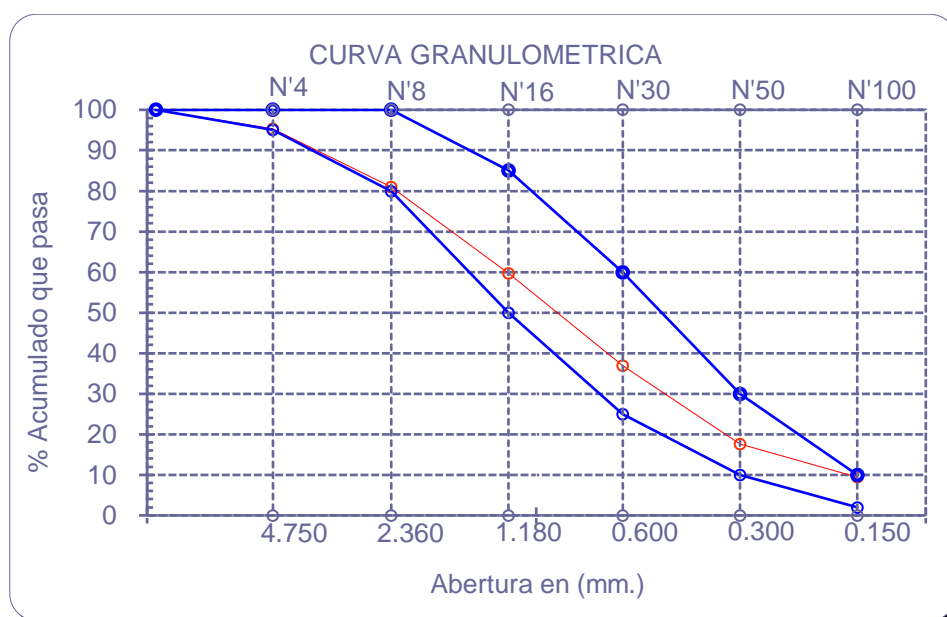


Figura 111: Curva granulométrica del Ag. Fino. Fuente: Elaboración Propia.

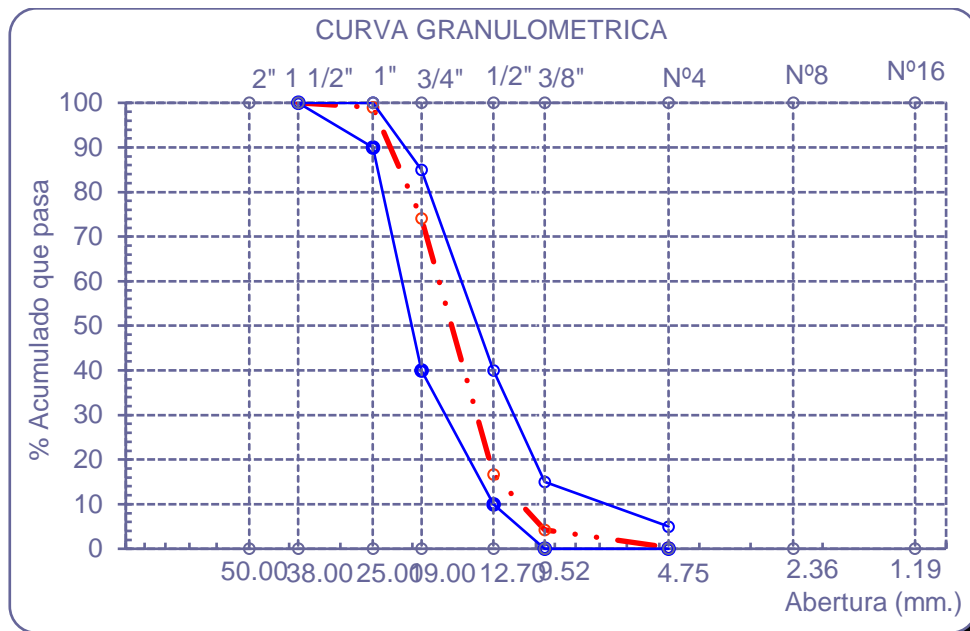


Figura 112: Curva granulométrica del Ag. Grueso. Fuente: Elaboración Propia.

Resultado del diseño de mezcla

Datos con los que comenzaremos el diseño de mezcla, son los mismos datos que obtuvimos de los ensayos a los agregados:

Tabla 23: Resultados agregados. Fuente: Propia.

DATOS DEL AGREGADOS	A.G	A.F	Unidades
Tamaño máximo nominal	1/2"	-	-
Peso Unitario suelto seco	1364	1560	kg/cm ³
Peso Unitario compactado seco	1557	1837	kg/cm ⁴
Peso específico de masa seco	2.80	2.66	g/cm ³
Contenido de humedad	0.32	2.73	%
Contenido de absorción	0.94	1.14	%
Módulo de fineza (adimensional)	6.97	2.87	-

Datos Adicionales:

Cemento a usar: Tipo MS – Marca Pacasmayo, siendo su peso específico de: $P_e = 3.15$

- Selección del Asentamiento requerido para el diseño de mezcla:

En este caso al ser la investigación sobre pavimentación el asentamiento según lo normado sería:

ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA VARIOS TIPOS DE CONSTRUCCIÓN		
Tipos de construcción	Slump	
	Máximo (pulgadas)	Mínimo (pulgadas)
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3	1
Zapatas simples, caissons y muros de subestructura	3	1
Vigas y muros reforzados	4	1
Columnas de edificios	4	1
Pavimentos y losas	3	1
Concreto masivo	2	1

Figura 113: Asentamientos recomendados según el tipo de construcción. Fuente: ACI 211.1-91.

Asentamiento: 3''

- Selección de la Resistencia:

$$F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

Dicho factor viene determinado de las tablas en la normativa E0.60:

$$F_{cr} = 280 + 85 = 365 \text{ kg/cm}^2$$

- TMN (Tamaño Máximo Nominal): ½''
- Agua para la mezcla :

Agua= 216, para concretos sin aire incorporados con un asentamiento de entre 3'' a 4''.

- Contenido de Aire:

$$\text{Aire\%} = 2.5$$

- Relación Agua Cemento: a/c :

Tabla 24: Tabla de relación A/C. Fuente: ACI.

RELACION AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA		
F'C	C. SIN AIRE I.	C. CON AIRE I.
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

- Al tener un f^c de 365, estaremos entre los valores de 350 y 400 (con la condición de sin aire incorporado)

INTERPOLAMOS:

$$350\text{-----}0.48$$

$$365\text{-----}X$$

$$400\text{-----}0.43$$

$$(400-365)/(0.43-X)=(400-350)/(0.43-0.48)$$

Despejamos:

$$a/c = 0.465$$

- Contenido de Cemento:

$$216/c=0.465$$

$$C = 464.516 \text{ kg}$$

$$\text{Factor Cemento} = 464.516/42.5 = 10.93 \text{ bls x m}^3 \text{ de concreto}$$

- Contenido del Agregado Grueso:

Tabla 25: Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidades de volumen del concreto, para diversos módulos de finura del fino (b/bo). Fuente: ACI 316.

TMN A. GRUESO	MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4	0.66	0.64	0.62	0.6
1	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2	0.76	0.74	0.72	0.7
2	0.78	0.76	0.74	0.72
3	0.81	0.79	0.77	0.75
6	0.87	0.85	0.83	0.81

Según los datos que obtuvimos el módulo de finura del A.F es de: 2.87

Por ende, se interpolará:

$$2.8\text{-----}0.55$$

$$2.87\text{-----}X$$

$$3\text{-----}0.53$$

$$(3-2.87)/(0.53-X)=(3-2.8)/(0.53-0.55)$$

Despejamos:

$$\mathbf{b/b_0 = 0.543 m^3}$$

Ahora procedemos a calcular la siguiente fórmula:

$$Peso A. Grueso = \frac{b}{b_0} x Peso u. s. c.$$

Donde Peso u.s.c. es el peso unitario seco compactado del a. grueso, cuyo valor en nuestros ensayos es de : 1837 kg/m³

$$Peso A. Grueso = 0.543x 1837$$

$$\mathbf{Peso A. Grueso = 997.491 kg}$$

- Volumen Absoluto

Este paso sirve para la obtención del Peso del Agregado Fino. Todos los valores ya calculados se convertirán en volumen:

Peso específico del cemento MS (Pacasmayo): 3.15gr/cm³

$$Cemento: \frac{464.516 \text{ kg}}{3.15 \text{ gr/cm}^3 \times 1000} = 0.147 \text{ m}^3$$

$$Agua: \frac{216 \text{ kg}}{\frac{1000 \text{ kg}}{m}} = 0.216 \text{ m}^3$$

$$Aire = \frac{2.5}{100} = 0.025 \text{ m}^3$$

$$Vol. A. G = \frac{997.491}{2800} = 0.356 \text{ m}^3$$

$$\Sigma = 0.744 \text{ m}^3$$

$$Vol A. F = 1 \text{ m}^3 - 0.744 \text{ m}^3 = 0.256 \text{ m}^3$$

- Calcular el Peso del A.F.

$$Peso A. F = 0.256 \text{ m}^3 \times Pe(Af) = 0.256 \text{ m}^3 \times 2660 \text{ kg/m}^3 = 680.96 \text{ kg}$$

- Presentación del Diseño en Condiciones Secas:

Cemento 464.516 Kg

A.Fino 680.96 Kg

A.Grueso 997.491 Kg

Agua 216 lt

- Corrección por Humedad de los Agregados:

$$A.F = \text{Peso Seco} \times \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

$$A.F = 680.96 \times \left(\frac{2.73}{100} + 1 \right)$$

$$A.F = 690.550 \text{ kg}$$

$$A.G = \text{Peso Seco} \times \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

$$A.G = 997.491 \times \left(\frac{0.32}{100} + 1 \right)$$

$$A.G = 1000.68 \text{ kg}$$

- Aporte de Agua a la Mezcla.

$$A.F = \frac{(\%w - \%abs) \times \text{Agregado Seco}}{100}$$

$$A.F = \frac{(2.73 - 1.14) \times 680.96}{100} = 10.83 \text{ lt}$$

$$A.G = \frac{(\%w - \%abs) \times \text{Agregado Seco}}{100}$$

$$A.G = \frac{(0.32 - 0.94) \times 1000.68}{100} = -6.204 \text{ lt}$$

Se suman ambas respuestas obteniendo: $10.83 + (-6.204) = 4.626 \text{ lt}$

- Agua Efectiva

$$A=216 \text{ lt} - (4.626)= 211.374 \text{ lt}$$

- Presentación del Diseño en Condiciones Húmedas:

Cemento	464.516 Kg
A. Fino	680.96 Kg
A. Grueso	1000.68 Kg
Agua	211.374 lt

- Proporciones del Diseño:

$$1 \quad | \quad 1.47 \quad | \quad 2.15 \quad | \quad 19.34 \text{ lt}$$

Habiendo concluido el proceso de elaboración del diseño de mezcla por el método ACI, obtendremos los pesos del % de adición que se agregarán en cada porcentaje teniendo en cuenta que la ficha técnica de este material recomienda la adición porcentual con respecto al m³ del concreto.

Así que teniendo en cuenta las condiciones húmedas de nuestro diseño de mezcla procederemos con la obtención de los kg para cada %:

Cemento	464.516 Kg
A. Fino	680.96 Kg
A. Grueso	1000.68 Kg
Agua	211.374 lt

El primer paso será calcular el peso total del 1 m³ de concreto, de todos los datos que ya sabemos el único al que habría que realizar una conversión sería al agua cuya unidad es en litros:

Agua: **211.374 litros** \approx **211.374 kg** (ya que 1 litro de agua = 1 kg)

Ahora sumamos todo en las mismas und:

Peso total del m³ = 464.516 + 680.96 + 1000.68 + 211.374 = **2357.53 kg**

Ahora calcularemos, el 1% del peso total, aplicando una regla de 3 simples en donde:

2357.53 kg -----100%

x-----1% ; 23.58 kg, redondeando : 23.6 kg

El proceso será el mismo para cada %, obteniendo los siguientes datos por cada % de adición:

Tabla 26: Materiales por kg/m3 de concreto con adiciones. Fuente: Propia.

MATERIALES POR METRO CUBICO	DOSIFICACIONES POR (KG/M3)				
	0%	1%	1.50%	2%	2.50%
Cemento kg/m3	464.516	464.516	464.516	464.516	464.516
Agua ltrs/m3	211.374	211.374	211.374	211.374	211.374
Arena kg/m3	680.96	680.96	680.96	680.96	680.96
Grava kg/m3	1000.68	1000.68	1000.68	1000.68	1000.68
Fibras de acero (kg/cm3)	-	23.6 kg	35.4 kg	47.2 kg	59.9 kg

Resultados Ensayo de Elasticidad

Según lo normado es un método esencial cuyo propósito es el evaluar la resistencia de los materiales ante la deformación elástica.

- 8.5.1 Para concretos de peso unitario w_c comprendido entre 1450 y 2500 kg/m³, el módulo de elasticidad, E_c , para el concreto puede tomarse como:

$$E_c = (w_c)^{1.5} 0,043 \sqrt{f'_c} \quad (\text{en MPa}) \quad (8-2)$$

- 8.5.2 Para concretos de peso unitario normal ($w_c \approx 2300$ kg/m³), E_c , puede tomarse como:

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \quad (\text{en MPa}) \quad (8-3)$$

Figura 114: Fórmulas obtenidas de la norma E 0.60 de Concreto Armado. Fuente: Norma Peruana.

Según la anterior imagen para poder calcular el modulo de elasticidad podemos emplear dos fórmulas, dadas por la 8-2 y la 8-3 de la normativa peruana, tomaremos la segunda formula para hallar dicho modulo. A continuación, se muestra la formula con la que se obtendrá los valores dados en kg/cm²:

$$E_c = 15000 \sqrt{f'_c} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$$

Resultados:

	f'c	15000*Raiz(f'c)	Promedio	%
0%	332	273313.01	272470.94	100.00%
	320	268328.16		
	338	275771.64		
1.0%	382	293172.30	282429.61	103.66%
	320	268328.16		

	363	285788.38		
1.50%	330	272488.53	274812.75	100.86%
	340	276586.33		
	337	275363.40		
2.00%	318	267488.32	261912.42	96.12%
	289	255000.00		
	308	263248.93		
2.50%	313	265377.09	263952.54	96.87%
	303	261103.43		
	313	265377.09		

Interpretación:

- Concreto sin fibras (0%): el valor promedio fue 272,470.94 kg/cm², que se toma como referencia (100%).
- 1.0% de fibras: se alcanzó un promedio de 282,429.61 kg/cm², lo que representa un incremento del 3.66% respecto al concreto patrón. Esto indica una ligera mejora en la rigidez y capacidad de deformación elástica del material.
- 1.5% de fibras: el valor promedio fue 274,812.75 kg/cm², equivalente al 100.86%, es decir, prácticamente el mismo nivel que el concreto sin fibras, evidenciando que a esta dosificación el efecto de las fibras no aporta una ganancia significativa en el módulo de elasticidad.
- 2.0% de fibras: el módulo disminuyó a 261,912.42 kg/cm², equivalente al 96.12%, mostrando una reducción de rigidez. Esto sugiere que un exceso de fibras puede generar heterogeneidad en la matriz del concreto, afectando negativamente el comportamiento elástico.
- 2.5% de fibras: el promedio fue 263,952.54 kg/cm² (96.87%), manteniendo la misma tendencia de reducción observada a partir del 2%.

Resultado de Slump

Para garantizar la eficacia en el manejo y colocación del concreto y evitar problemas que puedan comprometer la calidad y durabilidad de la estructura, los ensayos de Slump son esenciales. Un concreto con baja trabajabilidad puede resultar en problemas como segregación, exceso de aire o falta de compactación.

Los resultados obtenidos por el ensayo de Slump según las dosificaciones planteadas son:

Tabla 27: Resultados obtenidos para el ensayo de Slump en concreto fresco en diferentes dosificaciones. Fuente: Elaboración Propia.

Dosificación	Slump	%
0% (Concreto Patrón)	3''	100.00%
1% (Con adicción de Sika Fiber CHO 80/60 NB)	2.5''	83.33%
1.5% (Con adicción de Sika Fiber CHO 80/60 NB)	2''	66.66%
2% (Con adicción de Sika Fiber CHO 80/60 NB)	1.5''	50.00%
2.5% (Con adicción de Sika Fiber CHO 80/60 NB)	1''	33.33%

Interpretación:

La interpretación de los datos obtenidos revela que el patrón de concreto sin adición de fibra de acero entrefilado presentó un Slump de 3". Esto se debe a la naturaleza de la investigación, que se centra en la elaboración de concreto para pavimentación. Otro hallazgo importante es que a medida que se aumenta el porcentaje de adición, el Slump disminuye, lo que indica que la trabajabilidad se ve afectada negativamente por un mayor porcentaje de adición. El estudio realizado por Caceres Salamanca, Gustavo Alberly; Membreño Castillo, Yoni Antonio; Villatoro Bolainez, Jose Roberto [50] y Lopez Ascencios, Yordi Miguel [27] comprueban los datos obtenidos dentro de esta investigación dando veracidad a la interpretación brindada.

Resultado del Ensayo de Resistencia a la Compresión

El concreto se sometió a un ensayo de resistencia a la compresión para evaluar su capacidad para resistir fuerzas de compresión. Se llevaron a cabo pruebas en muestras de concreto creadas especialmente para este propósito. A continuación, se muestran los datos obtenidos mediante el ensayo a 1d, 3d, 7d, 14d y 28 d.

Tabla 28: Resultados obtenidos por el ensayo de Resistencia a la Compresión adicionando fibra de acero entrefilado con fines de pavimentación. Fuente: Propia.

Porcentaje de Adición	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Días	Diámetro	Carga	F'c	Promedio
0%	5/8/2022	6/8/2022	1	10.1	5700	71	85
	5/8/2022	6/8/2022	1	10.1	8060	101	
	5/8/2022	6/8/2022	1	10.1	6770	84	
	5/8/2022	8/8/2022	3	10.1	12740	159	169
	5/8/2022	8/8/2022	3	10.1	13460	168	
	5/8/2022	8/8/2022	3	10.1	14320	179	
	5/8/2022	12/8/2022	7	10.1	23680	296	280
	5/8/2022	12/8/2022	7	10.1	21230	265	
	5/8/2022	12/8/2022	7	10.1	22430	280	

	5/8/2022	19/8/2022	14	10.1	25380	317	308		
	5/8/2022	19/8/2022	14	10.1	24500	306			
	5/8/2022	19/8/2022	14	10.1	24050	300			
		5/8/2022	26/8/2022	21	10.1	25050	313	321	
		5/8/2022	26/8/2022	21	10.1	26460	330		
		5/8/2022	26/8/2022	21	10.1	25755	321		
			5/8/2022	2/9/2022	28	10.1	26620	332	330
			5/8/2022	2/9/2022	28	10.1	25660	320	
			5/8/2022	2/9/2022	28	10.1	27110	338	
1%			15/8/2022	16/0822	1	10.1	9900	124	119
			15/8/2022	16/0822	1	10.1	9190	115	
			15/8/2022	16/0822	1	10.1	9550	119	
	238		15/8/2022	18/8/2022	3	10.1	19780	247	
			15/8/2022	18/8/2022	3	10.1	19580	244	
			15/8/2022	18/8/2022	3	10.1	17900	223	
		15/8/2022	22/8/2022	7	10.1	23860	298		
		15/8/2022	22/8/2022	7	10.1	24700	308		
		15/8/2022	22/8/2022	7	10.1	23460	293		
	300	15/8/2022	29/8/2022	14	10.1	25802	322		
		15/8/2022	29/8/2022	14	10.1	26500	331		
		15/8/2022	29/8/2022	14	10.1	25720	321		
	325	15/8/2022	5/9/2022	21	10.1	28260	353		
		15/8/2022	5/9/2022	21	10.1	27480	343		
		15/8/2022	5/9/2022	21	10.1	26910	336		
	344	15/8/2022	12/9/2022	28	10.1	30620	382		
		15/8/2022	12/9/2022	28	10.1	25660	320		
		15/8/2022	12/9/2022	28	10.1	29110	363		
1.5%	8/10/2022	9/10/2022	1	10.1	7700	96	98		
	8/10/2022	9/10/2022	1	10.1	8060	101			
	8/10/2022	9/10/2022	1	10.1	7770	97			
	205	8/10/2022	11/10/2022	3	10.1	14650	183		
		8/10/2022	11/10/2022	3	10.1	17390	217		
		8/10/2022	11/10/2022	3	10.1	17220	215		
	252	8/10/2022	15/10/2022	7	10.1	19585	244		
		8/10/2022	15/10/2022	7	10.1	20505	256		
		8/10/2022	15/10/2022	7	10.1	20570	257		
	300	8/10/2022	22/10/2022	14	10.1	24520	306		
		8/10/2022	22/10/2022	14	10.1	23620	295		
		8/10/2022	22/10/2022	14	10.1	23920	299		
	318	8/10/2022	29/10/2022	21	10.1	25475	318		
		8/10/2022	29/10/2022	21	10.1	25435	317		
		8/10/2022	29/10/2022	21	10.1	25460	318		

	8/10/2022	5/11/2022	28	10.1	26430	330	336
	8/10/2022	5/11/2022	28	10.1	27250	340	
	8/10/2022	5/11/2022	28	10.1	27000	337	
2.0%	8/10/2022	9/10/2022	1	10.1	8700	109	102
	8/10/2022	9/10/2022	1	10.1	8060	101	
	8/10/2022	9/10/2022	1	10.1	7770	97	
	8/10/2022	11/10/2022	3	10.1	12790	160	160
	8/10/2022	11/10/2022	3	10.1	12690	158	
	8/10/2022	11/10/2022	3	10.1	13040	163	
	8/10/2022	15/10/2022	7	10.1	16910	211	215
	8/10/2022	15/10/2022	7	10.1	17070	213	
	8/10/2022	15/10/2022	7	10.1	17635	220	
	8/10/2022	22/10/2022	14	10.1	21030	262	269
	8/10/2022	22/10/2022	14	10.1	21450	268	
	8/10/2022	22/10/2022	14	10.1	22230	277	
	8/10/2022	29/10/2022	21	10.1	23245	290	287
	8/10/2022	29/10/2022	21	10.1	22305	278	
	8/10/2022	29/10/2022	21	10.1	23455	293	
	8/10/2022	5/11/2022	28	10.1	25460	318	305
	8/10/2022	5/11/2022	28	10.1	23160	289	
	8/10/2022	5/11/2022	28	10.1	24680	308	
2.5%	14/10/2022	15/10/2022	1	10.1	5700	71	90
	14/10/2022	15/10/2022	1	10.1	8060	101	
	14/10/2022	15/10/2022	1	10.1	7770	97	
	14/10/2022	17/10/2022	3	10.1	12650	158	151
	14/10/2022	17/10/2022	3	10.1	13390	167	
	14/10/2022	17/10/2022	3	10.1	10220	128	
	14/10/2022	21/10/2022	7	10.1	17970	224	226
	14/10/2022	21/10/2022	7	10.1	18110	226	
	14/10/2022	21/10/2022	7	10.1	18290	228	
	14/10/2022	28/10/2022	14	10.1	20750	259	258
	14/10/2022	28/10/2022	14	10.1	19855	248	
	14/10/2022	28/10/2022	14	10.1	21515	269	
	14/10/2022	4/11/2022	21	10.1	23530	294	291
	14/10/2022	4/11/2022	21	10.1	21600	270	
	14/10/2022	4/11/2022	21	10.1	24740	309	
	14/10/2022	11/11/2022	28	10.1	25040	313	309
	14/10/2022	11/11/2022	28	10.1	24260	303	
	14/10/2022	11/11/2022	28	10.1	25080	313	

Se generaron gráficos que representan las resistencias f_c en función del número de días, considerando el promedio obtenido a través de los ensayos de resistencia, la comparativa en todos los gráficos es referente a los resultados obtenidos por el concreto patrón.

- Concreto Patrón (No posee porcentaje de adición de la Fibra):

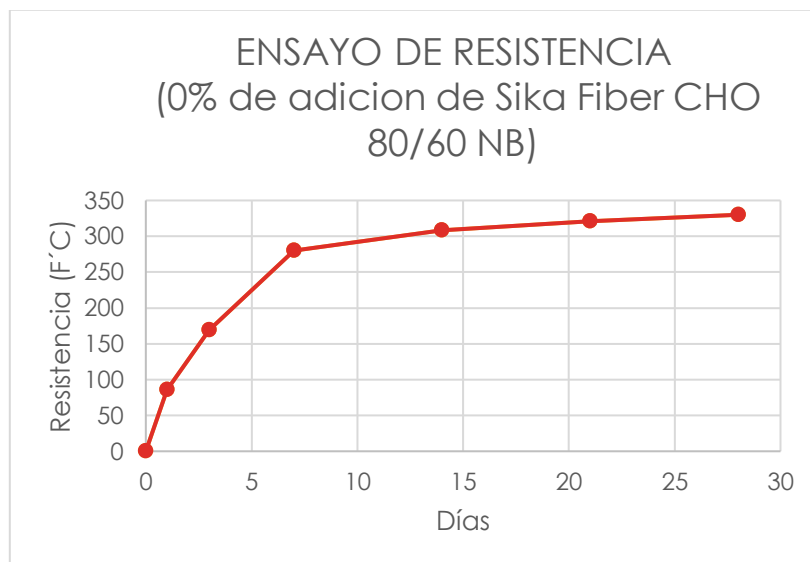


Figura 115: Curva de resistencia del concreto patrón. Fuente: Elaboración Propia.

- Concreto + 1% de adición de Fibras de Acero Entrefilado Sika Fiber CHO 80/60 NB.

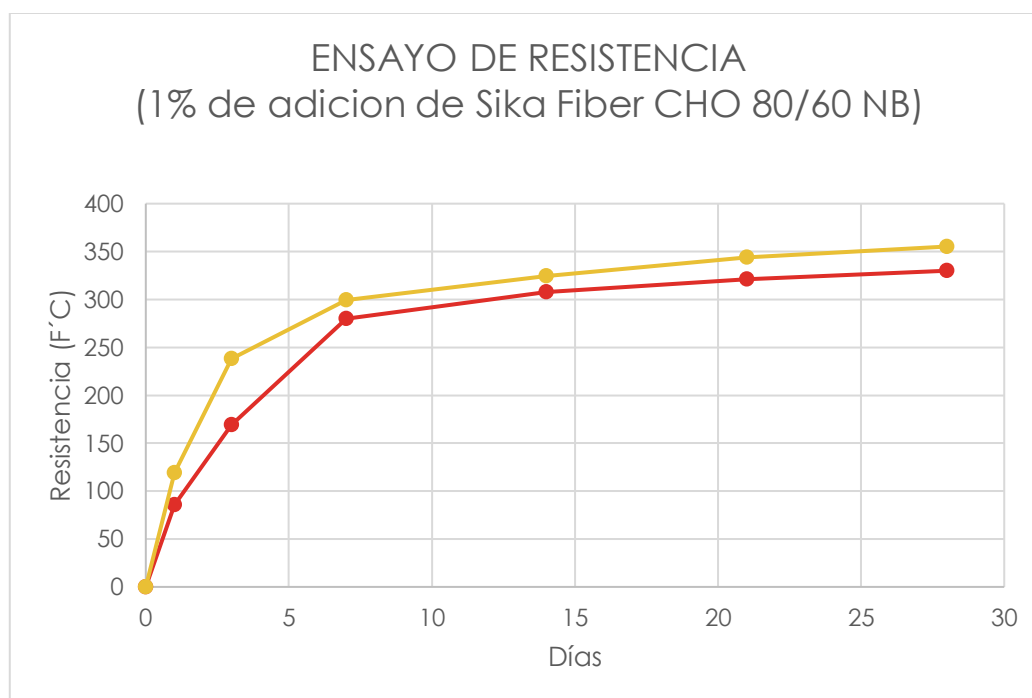


Figura 116: Curva de Resistencia + 1% de adición de Fibra Sika Fiber CHO NB. Fuente: Elaboración Propia.

- Concreto + 1.5% de adición de Fibras de Acero Entrefilado Sika Fiber CHO 80/60 NB.

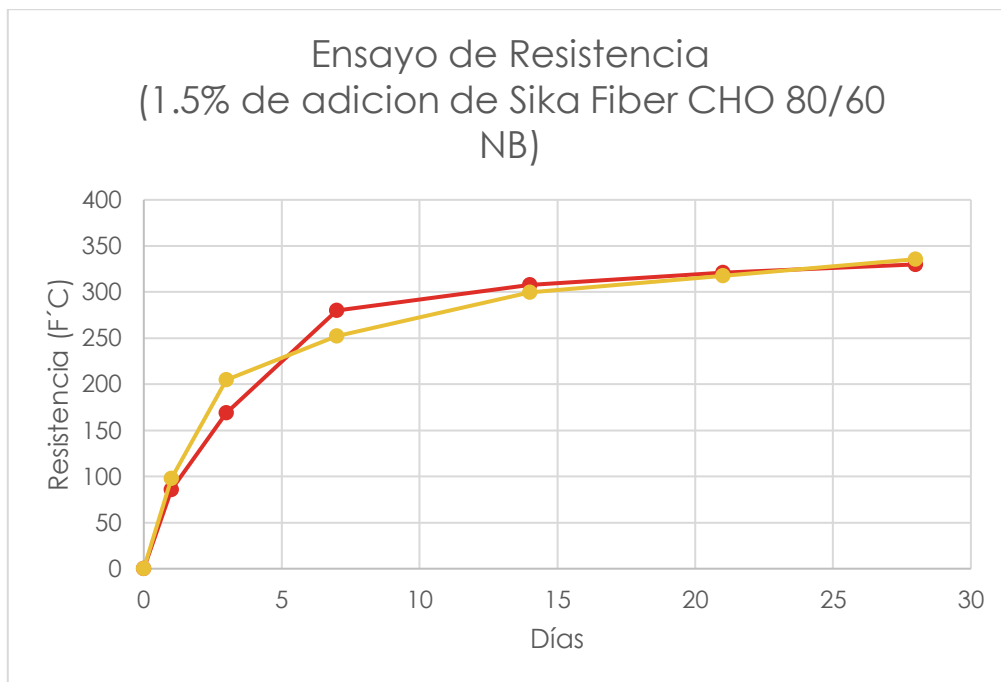


Figura 117: Curva de Resistencia + 1.5% de adición de Fibra Sika Fiber CHO 80/60 NB. Fuente: Elaboración Propia.

- Concreto + 2% de adición de Fibras de Acero Entrefilado Sika Fiber CHO 80/60 NB.

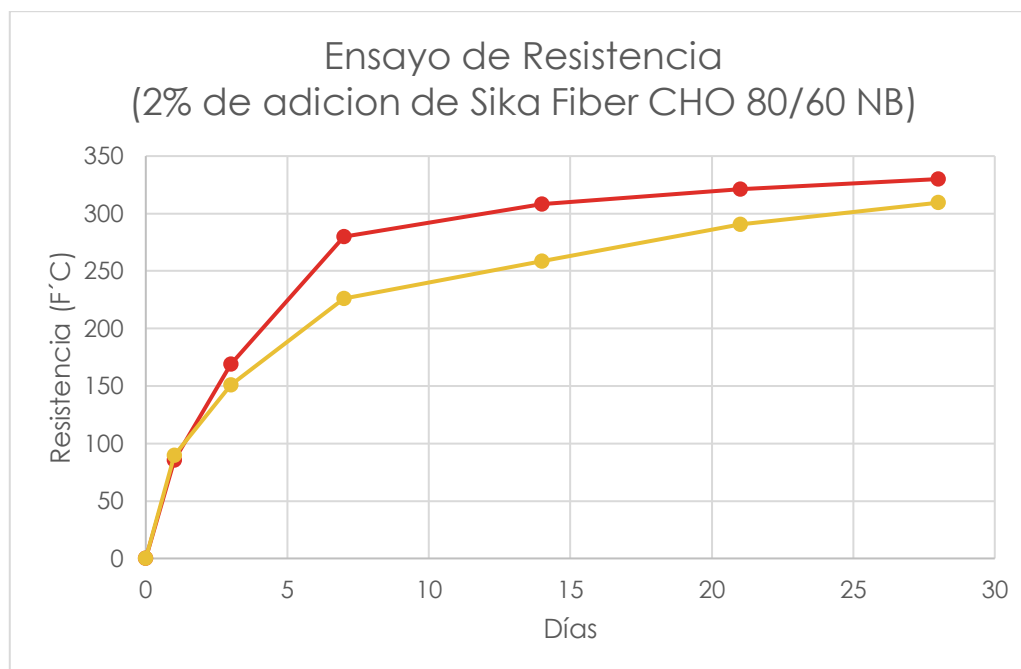


Figura 118: Curva de Resistencia + 2% de adición de Fibra Sika Fiber CHO 80/60 NB. Fuente: Elaboración Propia.

- Concreto + 2.5% de adición de Fibras de Acero Entrefilado Sika Fiber CHO 80/60 NB.

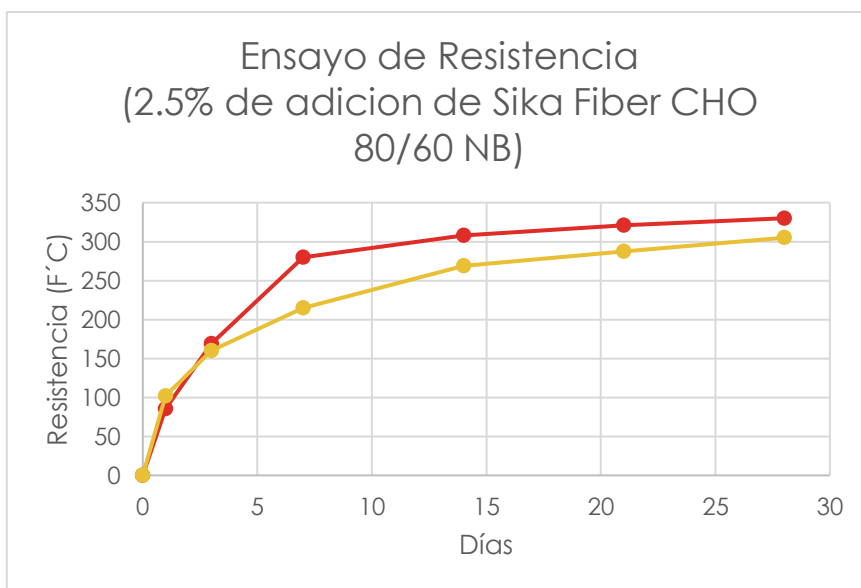


Figura 119: Curva de Resistencia + 2.5% de adición de Fibra Sika Fiber CHO 80/60 NB. Fuente: Elaboración Propia.

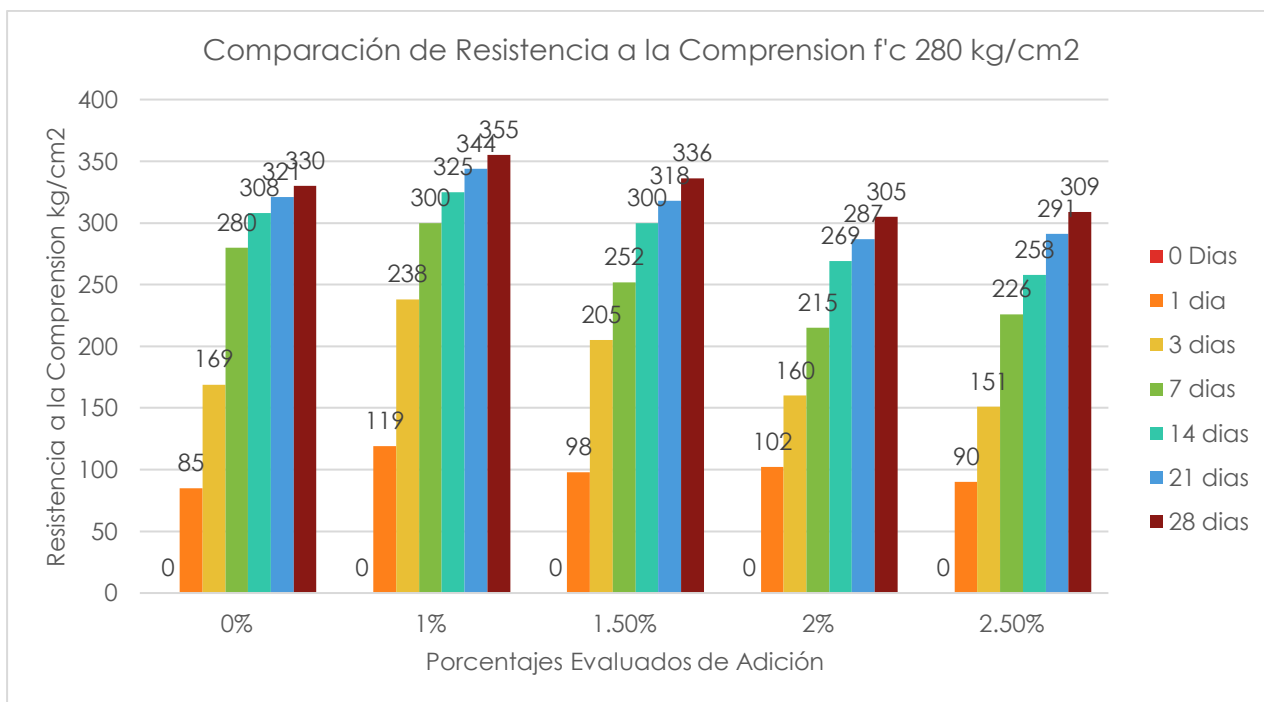


Figura 120: Comparativa de resistencia por Días del f'c=280 kg/cm2

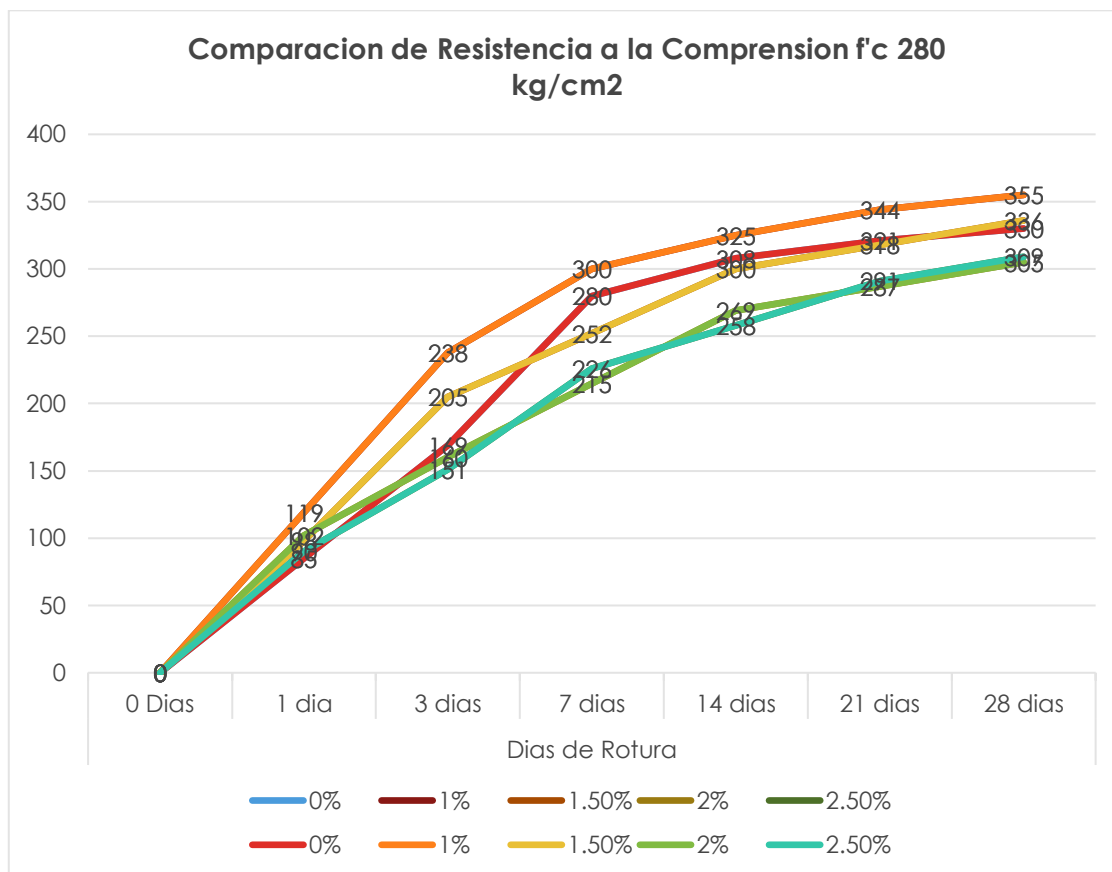


Figura 121: Comparación de Valores de Resistencia a la Compresión de $f_c=280$ kg/cm²

Tabla 29: Resultados de Resistencia a la Compresión Resumen.

Porcentaje de adición/Días	Días de Rotura							%
	0 días	1 días	3 días	7 días	14 días	21 días	28 días	
0%	0	85	169	280	308	321	330	100.00
1%	0	119	238	300	325	344	355	107.58
1.50%	0	98	205	252	300	318	336	101.82
2%	0	102	160	215	269	287	305	92.42
2.50%	0	90	151	226	258	291	309	93.64

Interpretación:

Basándonos en los resultados obtenidos, observamos que el concreto patrón, diseñado para alcanzar una resistencia f_c de 280 kg/cm², logró alcanzar un valor de f_c de 330 kg/cm² a los 28 días. Este valor servirá como punto de referencia para comparar los demás resultados y determinar si la resistencia del concreto aumenta o disminuye con la adición de fibras de acero entrefilado.

En conclusión, este ensayo demuestra que el mejor porcentaje de adición para este tipo de experimento es del 1%. Este porcentaje superó al concreto patrón con una resistencia f'_c de 355 kg/cm², lo que representa un incremento porcentual del 7.58% con respecto al patrón. Por otro lado, la adición con el valor más alejado al patrón fue del 2.5%, que solo alcanzó una resistencia f'_c de 309 kg/cm² a los 28 días, lo que representa una disminución de resistencia del 6.36% con respecto al patrón.

Resultado de flexión

El ensayo de flexión se utilizó para evaluar la resistencia y las propiedades mecánicas de las vigas de concreto. Este método consistía en cargar el centro de la viga hasta que se rompiera o fallara. Los resultados provenientes de las roturas de las vigas son:

Denominación de Espécimen	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
CONCRETO PATRON 280 + (0%) kg/cm2	14	3.25	33.13	33.13
CONCRETO PATRON 280 + (0%) kg/cm3	14	3.18	32.40	
CONCRETO PATRON 280 + (0%) kg/cm4	14	3.32	33.87	
CONCRETO PATRON 280 + (0%) kg/cm5	28	4.22	43.07	41.59
CONCRETO PATRON 280 + (0%) kg/cm6	28	3.70	37.73	
CONCRETO PATRON 280 + (0%) kg/cm7	28	4.31	44.00	
CONCRETO PATRON 280 + (1%) kg/cm7	14	3.30	33.60	35.19
CONCRETO PATRON 280 + (1%) kg/cm8	14	3.66	37.33	
CONCRETO PATRON 280 + (1%) kg/cm9	14	3.40	34.67	
CONCRETO PATRON 280 + (1%) kg/cm10	28	4.55	46.40	46.39
CONCRETO PATRON 280 + (1%) kg/cm11	28	4.55	46.40	
CONCRETO PATRON 280 + (1%) kg/cm12	28	4.55	46.40	
CONCRETO PATRON 280 + (1.5%) kg/cm12	14	3.79	38.67	43.91
CONCRETO PATRON 280 + (1.5%) kg/cm13	14	4.81	49.07	
CONCRETO PATRON 280 + (1.5%) kg/cm14	14	4.31	44.00	
CONCRETO PATRON 280 + (1.5%) kg/cm15	28	4.81	49.07	52.97
CONCRETO PATRON 280 + (1.5%) kg/cm16	28	6.25	63.73	
CONCRETO PATRON 280 + (1.5%) kg/cm17	28	4.52	46.13	
CONCRETO PATRON 280 + (2%) kg/cm17	14	5.54	56.53	55.19
CONCRETO PATRON 280 + (2%) kg/cm18	14	5.23	53.33	
CONCRETO PATRON 280 + (2%) kg/cm19	14	5.47	55.73	
CONCRETO PATRON 280 + (2%) kg/cm20	28	6.86	70.00	74.13
CONCRETO PATRON 280 + (2%) kg/cm21	28	6.75	68.80	
CONCRETO PATRON 280 + (2%) kg/cm21	28	8.20	83.60	
CONCRETO PATRON 280 + (2.5%) kg/cm21	14	8.30	84.60	84.59

CONCRETO PATRON 280 + (2.5%) kg/cm22	14	8.07	82.26	89.73
CONCRETO PATRON 280 + (2.5%) kg/cm23	14	8.53	86.93	
CONCRETO PATRON 280 + (2.5%) kg/cm24	28	6.62	67.47	
CONCRETO PATRON 280 + (2.5%) kg/cm25	28	11.74	119.73	
CONCRETO PATRON 280 + (2.5%) kg/cm26	28	8.04	82.00	

Tabla 30: Resultados de Resistencia a la Flexión Resumen.

Porcentaje de adición/Días	Días de Rotura			%
	0 días	14 días	28 días	
0%	0	33.13	41.59	100.00
1%	0	35.19	46.39	111.54
1.50%	0	43.91	52.97	127.36
2%	0	55.19	74.13	178.24
2.50%	0	84.59	89.73	215.75

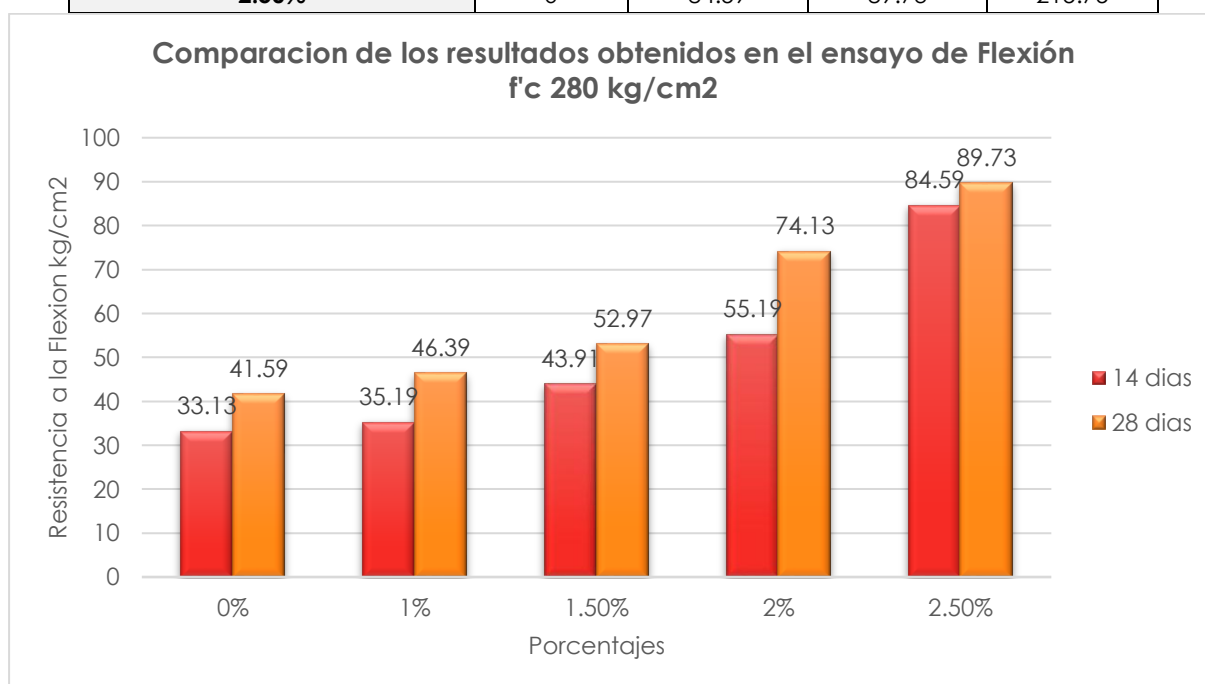


Figura 122: Comparativa de los resultados obtenidos del ensayo de flexión por Días del f'c=280 kg/cm²

Interpretación:

En el análisis de los resultados obtenidos a partir del ensayo de flexión del concreto, se observó que la mezcla patrón (sin adiciones) alcanzó una resistencia de 41.59 kg/cm² a los 28 días. Este valor sirvió como referencia base (100%) para comparar el desempeño de las distintas mezclas modificadas. Entre estas, la mezcla que incorporó un 2.5% de fibra de acero entrefilado Sika

Fiber CHO presentó el mejor comportamiento estructural, alcanzando un incremento del 215.75% respecto al concreto patrón.

La incorporación de Sika Fiber CHO, una fibra de acero de alto rendimiento diseñada para mejorar la resistencia mecánica del concreto, demostró ser efectiva en el refuerzo de la matriz cementicia frente a esfuerzos de tracción indirecta. Este comportamiento es especialmente relevante en elementos estructurales donde predominan las cargas flexionantes, como losas, vigas o pavimentos industriales. La mejora en la resistencia a la flexión también implica un aumento en la capacidad del concreto para controlar la formación y propagación de fisuras, aportando una mayor durabilidad al elemento estructural, dichos resultados se deberían evaluar con los resultados obtenidos en el respectivo ensayo de fisuración también realizado, contrastando notables mejoras.

Resultado de tracción

La evaluación de este tipo de ensayos dentro de mis investigaciones científicas, en las que se agregan componentes al concreto, tenía una importancia vital. Buscaba obtener información que me indicara si los resultados obtenidos proporcionaban una mejora en un concreto con propiedades y resistencias específicas, o si lo debilitaban. A continuación, se muestran los siguientes resultados obtenidos:

Tabla 31: Tabla de Resultados de Tracción.

Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f'c (Kg/cm ²)	Promedios
CONCRETO 280 kg/cm ² +0%	05/08/2022	19/08/2022	14	10.16	15.24	13980	57	57.33
CONCRETO 280 kg/cm ² +0%	05/08/2022	19/08/2022	14	10.16	15.24	13500	56	
CONCRETO 280 kg/cm ² +0%	05/08/2022	19/08/2022	14	10.16	15.24	14460	59	
CONCRETO 280 kg/cm ² +0%	05/08/2022	02/09/2022	28	10.16	15.24	18870	78	77.00
CONCRETO 280 kg/cm ² +0%	05/08/2022	02/09/2022	28	10.16	15.24	18675	77	
CONCRETO 280 kg/cm ² +0%	05/08/2022	02/09/2022	28	10.16	15.24	18480	76	
CONCRETO 280 kg/cm ² +1%	16/08/2022	30/08/2022	14	10.16	15.24	14500	60	60.67
CONCRETO 280 kg/cm ² +1%	16/08/2022	30/08/2022	14	10.16	15.24	14930	61	
CONCRETO 280 kg/cm ² +1%	16/08/2022	30/08/2022	14	10.16	15.24	14715	61	
CONCRETO 280 kg/cm ² +1%	16/08/2022	13/09/2022	28	10.16	15.24	19000	78	79.67
CONCRETO 280 kg/cm ² +1%	16/08/2022	13/09/2022	28	10.16	15.24	20350	84	

CONCRETO 280 kg/cm2 +1%	16/08/2022	13/09/2022	28	10.16	15.24	18790	77	
CONCRETO 280 kg/cm2 +1.5%	16/08/2022	30/08/2022	14	10.16	15.24	14760	61	65.00
CONCRETO 280 kg/cm2 +1.5%	16/08/2022	30/08/2022	14	10.16	15.24	17400	72	
CONCRETO 280 kg/cm2 +1.5%	16/08/2022	30/08/2022	14	10.16	15.24	15050	62	
CONCRETO 280 kg/cm2 +1.5%	16/08/2022	13/09/2022	28	10.16	15.24	23700	97	88.67
CONCRETO 280 kg/cm2 +1.5%	16/08/2022	13/09/2022	28	10.16	15.24	19550	80	
CONCRETO 280 kg/cm2 +1.5%	16/08/2022	13/09/2022	28	10.16	15.24	21625	89	
CONCRETO 280 kg/cm2 +2%	19/08/2022	02/09/2022	14	10.16	15.24	18170	75	78.67
CONCRETO 280 kg/cm2 +2%	19/08/2022	02/09/2022	14	10.16	15.24	19300	79	
CONCRETO 280 kg/cm2 +2%	19/08/2022	02/09/2022	14	10.16	15.24	19980	82	
CONCRETO 280 kg/cm2 +2%	19/08/2022	16/09/2022	28	10.16	15.24	23500	97	96.00
CONCRETO 280 kg/cm2 +2%	19/08/2022	16/09/2022	28	10.16	15.24	23340	96	
CONCRETO 280 kg/cm2 +2%	19/08/2022	16/09/2022	28	10.16	15.24	23180	95	
CONCRETO 280 kg/cm2 +2.5%	19/08/2022	02/09/2022	14	10.16	15.24	24160	99	90.33
CONCRETO 280 kg/cm2 +2.5%	19/08/2022	02/09/2022	14	10.16	15.24	20610	85	
CONCRETO 280 kg/cm2 +2.5%	19/08/2022	02/09/2022	14	10.16	15.24	21260	87	
CONCRETO 280 kg/cm2 +2.5%	19/08/2022	16/09/2022	28	10.16	15.24	24455	101	100.67
CONCRETO 280 kg/cm2 +2.5%	19/08/2022	16/09/2022	28	10.16	15.24	22380	92	
CONCRETO 280 kg/cm2 +2.5%	19/08/2022	16/09/2022	28	10.16	15.24	26530	109	

Tabla 32: Tabla de Resultados a Tracción resumen.

Porcentaje de adición/Días	Días de Rotura		%
	14 días	28 días	
0%	57.33	77.00	100.00
1%	60.67	79.67	103.46
1.50%	65.00	88.67	115.15
2%	78.67	96.00	124.68
2.50%	90.33	100.67	130.74

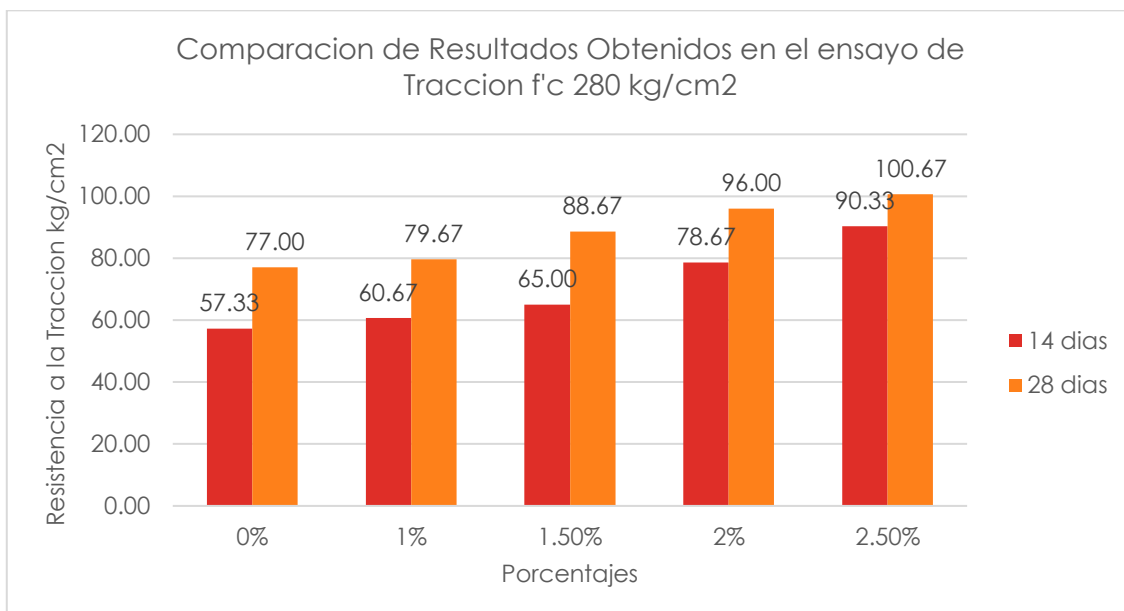


Figura 123: Comparativa de los resultados obtenidos del ensayo de Tracción por días.

Interpretación

En los resultados obtenidos mediante el ensayo de resistencia a la tracción indirecta (también conocido como ensayo brasileño), se determinó que el concreto patrón, utilizado como referencia, registró una resistencia de 77 kg/cm² a los 28 días. Este valor sirvió como punto de comparación para las diferentes dosificaciones con adición de fibras.

La dosificación que incorporó 2.5% de fibras de acero entrefilado tipo Sika Fiber CHO presentó el desempeño más favorable, alcanzando una resistencia de 100.67 kg/cm², lo que representa un incremento del 30.73% con respecto al concreto patrón.

Resultado de permeabilidad

El ensayo de permeabilidad en el concreto era una prueba importante que utilicé para evaluar la capacidad del material para resistir la infiltración de líquidos. Me proporcionó información esencial para el diseño, la construcción y el mantenimiento de estructuras de concreto duraderas y resistentes a la penetración de sustancias no deseadas.

Tabla 33: Resultados de Permeabilidad. Fuente: Propia.

Muestra N°	Descripción de la Muestra (kg/cm ²)	Edad	Fecha		Hora		Tiempo	Cara	Penetración Máxima (mm)	
		(Días)	Inicio	Final	Inicio	Final	(72 ± 2 Horas)		Unidad	Promedio
M-01		28	4/5/2023	7/5/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	48.99	48.68

	CONCRETO f _c =280kg/cm ² + 0%							B	48.36	
M-02	CONCRETO f _c =280kg/cm ² + 0%	28	4/5/2023	7/5/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	49.89	49.53
								B	49.16	
M-03	CONCRETO f _c =280kg/cm ² + 1%	28	4/5/2023	7/5/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	73	A	50.79	50.38
								B	49.96	
M-04	CONCRETO f _c =280kg/cm ² + 1%	28	7/5/2023	10/5/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	74	A	51.69	51.23
								B	50.76	
M-05	CONCRETO f _c =280kg/cm ² + 1.5%	28	7/5/2023	10/5/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	75	A	52.59	52.08
								B	51.56	
M-06	CONCRETO f _c =280kg/cm ² + 1.5%	28	7/5/2023	10/5/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	76	A	53.49	52.93
								B	52.36	
M-07	CONCRETO f _c =280kg/cm ² + 2%	28	10/5/2023	13/5/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	77	A	54.39	53.78
								B	53.16	
M-08	CONCRETO f _c =280kg/cm ² + 2%	28	10/5/2023	13/5/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	78	A	55.29	54.63
								B	53.96	
M-09	CONCRETO f _c =280kg/cm ² + 2.5%	28	10/5/2023	13/5/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	79	A	56.19	55.48
								B	54.76	
M-10	CONCRETO f _c =280kg/cm ² + 2.5%	28	13/5/2023	16/5/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	80	A	57.09	56.33
								B	55.56	

Tabla 34: Tabla de Resultados a Permeabilidad resumen.

Porcentaje de adición	Días de Rotura	
	Penetración (mm)	%
0%	49.11	100.00
1%	50.81	103.46
1.50%	52.51	106.92
2%	54.21	110.39
2.50%	55.91	113.85

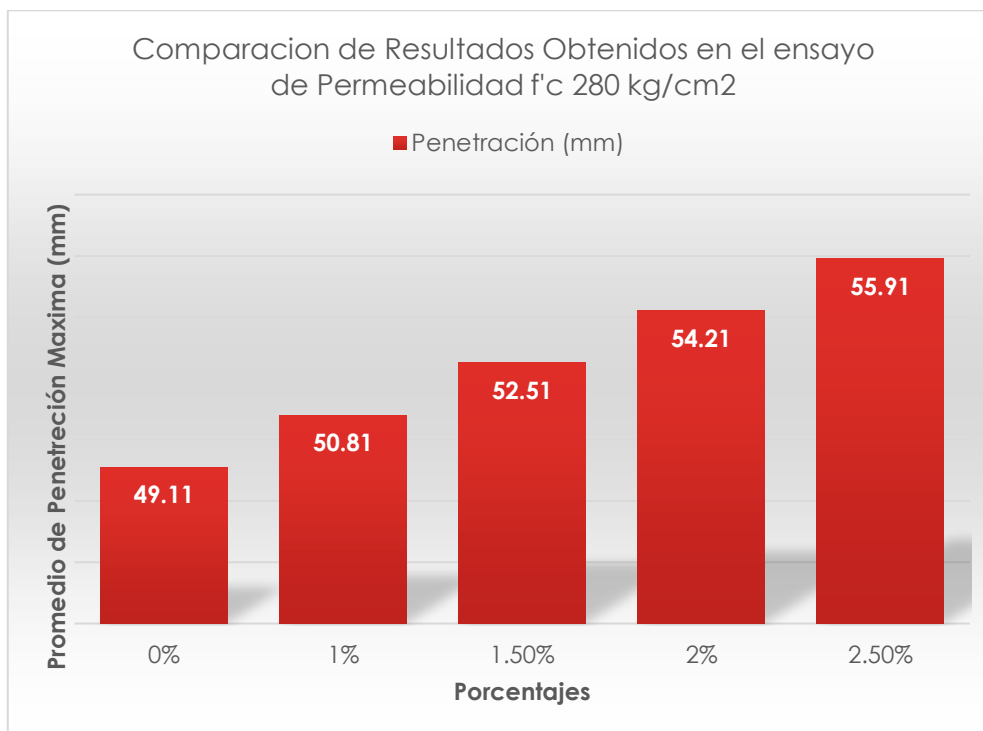


Figura 124: Comparativa de los resultados obtenidos del ensayo de Permeabilidad (mm vs %).

Interpretación

En el ensayo de permeabilidad realizado bajo los lineamientos de la norma UNE-EN 12390-8, se evaluó la penetración de agua a presión en muestras de concreto con diferentes porcentajes de adición de fibras metálicas tipo Sika Fiber CHO. El objetivo fue analizar el efecto de estas fibras sobre la resistencia del concreto al paso del agua.

Los resultados indicaron que el concreto patrón (0% de adición) presentó una profundidad de penetración de 49.11 mm, valor que se tomó como referencia. A medida que se incrementó el porcentaje de fibras, se observó un aumento progresivo en la penetración del agua. Las muestras con 1%, 1.5%, 2% y 2.5% de adición registraron profundidades de 50.81 mm, 52.51 mm, 54.21 mm y 55.91 mm respectivamente.

Este comportamiento refleja una tendencia al aumento de permeabilidad con el incremento del contenido de fibras metálicas. Contrario a lo observado en otros ensayos (como resistencia a la tracción o flexión), en este caso la adición de fibras no favoreció el desempeño del concreto frente a la penetración de agua; por el contrario, se evidenció una ligera pérdida en su compacidad.

Este fenómeno puede atribuirse a la formación de microcanales o discontinuidades internas (vacíos) ocasionadas por una distribución no completamente homogénea de las fibras, especialmente en mayores concentraciones. Dichas discontinuidades pueden facilitar el paso del agua, afectando negativamente la durabilidad a largo plazo del concreto si no se controlan adecuadamente mediante ajustes en la mezcla o en el proceso de compactación.

Los resultados del ensayo de permeabilidad muestran que, si bien las fibras metálicas mejoran ciertos aspectos mecánicos del concreto, su incorporación debe evaluarse cuidadosamente desde el punto de vista de la durabilidad, especialmente en elementos estructurales expuestos a condiciones de humedad o ambientes agresivos.

Resultado de capilaridad

El ensayo de capilaridad en el concreto era una prueba que utilicé para evaluar la capacidad del material para absorber y transportar agua a través de sus poros capilares. La capilaridad es un fenómeno que ocurre debido a las fuerzas de tensión superficial presentes en los poros del concreto, lo que puede resultar en la ascensión de agua a través del material.

Tabla 35: Resultados del ensayo por Absortividad. Fuente: Propia.

Ritmo de Absorción	TIEMPO	ABSORCIÓN									
	$s^{1/2}$	0%		1%		1.50%		2.00%		2.50%	
		(mm)	I	(mm)	I	(mm)	I	(mm)	I	(mm)	I
Absorción Inicial (Si)	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	7.7	0.1891	0.1891	0.2293	0.2293	0.2415	0.2415	0.2232	0.2232	0.2562	0.2562
	17.3	0.0171	0.2061	0.0122	0.2415	0.0195	0.2610	0.0159	0.2391	0.0134	0.2696
	24.5	0.0293	0.2354	0.0256	0.2671	0.0256	0.2866	0.0317	0.2708	0.0305	0.3001
	34.6	0.0183	0.2537	0.0098	0.2769	0.0122	0.2988	0.0134	0.2842	0.0244	0.3245
	42.4	0.0220	0.2757	0.0110	0.2879	0.0146	0.3135	0.0256	0.3098	0.0134	0.3379
	60.0	0.0390	0.3147	0.0403	0.3281	0.0403	0.3537	0.0390	0.3489	0.0634	0.4013
	84.9	0.0512	0.3659	0.0512	0.3794	0.0549	0.4086	0.0732	0.4220	0.0720	0.4733

	103.9	0.0476	0.4135	0.0354	0.4147	0.0488	0.4574	0.0707	0.4928	0.0683	0.5416
	120.0	0.0549	0.4684	0.0549	0.4696	0.0549	0.5123	0.0549	0.5477	0.0549	0.5965
	134.2	0.0549	0.5233	0.0549	0.5245	0.0549	0.5672	0.0549	0.6026	0.0549	0.6514
	147.0	0.0549	0.5782	0.0549	0.5794	0.0549	0.6221	0.0549	0.6575	0.0549	0.7063
Absorción Secundaria (Ss)	293.9	0.1464	0.7245	0.1464	0.7258	0.1464	0.7685	0.1464	0.8038	0.1464	0.8526
	415.7	0.1464	0.8709	0.1464	0.8721	0.1464	0.9148	0.1464	0.9502	0.1464	0.9990
	509.1	0.1464	1.0173	0.1464	1.0185	0.1464	1.0612	0.1464	1.0966	0.1464	1.1454
	587.9	0.1464	1.1637	0.1464	1.1649	0.1671	1.2283	0.1464	1.2430	0.1464	1.2917
	657.3	0.1464	1.3100	0.1468	1.3117	0.1464	1.3747	0.1492	1.3922	0.1464	1.4381
	720.0	0.1464	1.4564	0.1464	1.4580	0.1464	1.5211	0.1464	1.5386	0.1354	1.5735
	777.4	0.1448	1.6012	0.1464	1.6044	0.1464	1.6674	0.1464	1.6849	0.1464	1.7199
	831.4	0.1464	1.7475	0.1464	1.7508	0.1464	1.8138	0.1464	1.8313	0.1464	1.8663

Tabla 36: Resultado de velocidad de absorción de agua (asertividad), tabla resumen.

Porcentajes de Adición	I	%
0.00%	1.748	100.00
1.00%	1.751	100.19
1.50%	1.814	103.79
2.00%	1.831	104.79
2.50%	1.866	106.79

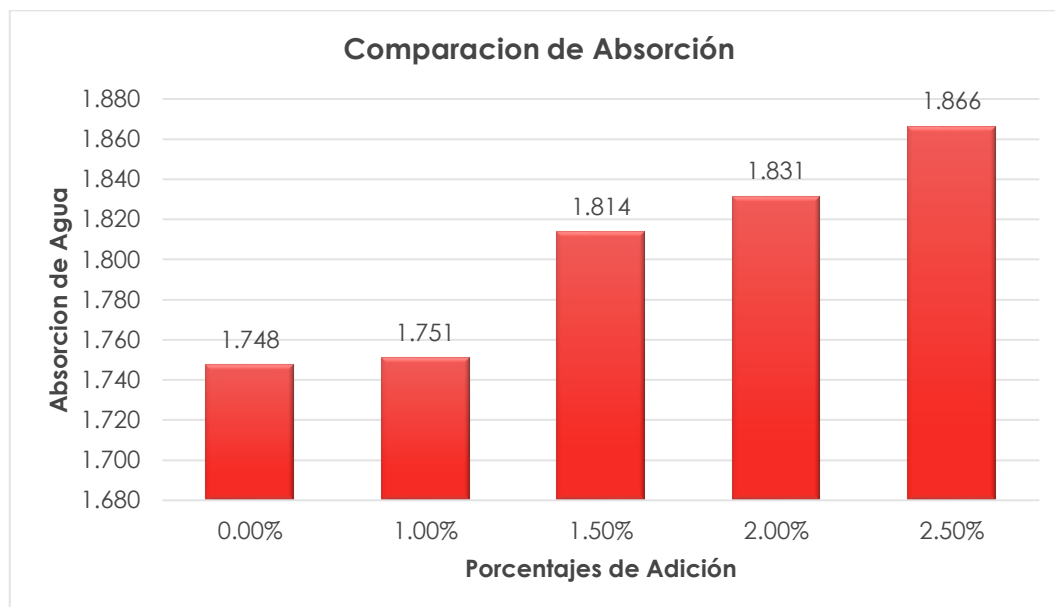


Figura 125: Comparación de Absorción del Agua (Asertividad) según los % de adición de fibras.

Interpretación

Se utilizó el fenómeno de capilaridad para evaluar la capacidad del concreto para resistir la penetración de agua en los ensayos de durabilidad. Se utilizaron diferentes dosificaciones de fibras de acero entrefilado para medir la altura de ascenso capilar en muestras de concreto. Cuanto mayor es el valor de I, más agua ha absorbido la muestra.

La variable principal considerada fue la absorción acumulada (I), expresada en milímetros (mm), la cual representa la cantidad de agua absorbida por unidad de superficie del espécimen a lo largo del tiempo.

Se evaluó la absorción capilar del concreto incorporando diferentes porcentajes de fibra metálica Sika Fiber CHO. El concreto patrón (0%) presentó un índice de absorción (I) de 1.748, tomado como 100%. Con la adición progresiva de fibras, se registraron valores ligeramente superiores: 1.751 (100.19%) al 1%, 1.814 (103.79%) al 1.5%, 1.831 (104.79%) al 2% y 1.866 (106.79%) al 2.5%.

Estos resultados indican que el aumento de fibras genera una leve alza en la absorción capilar, posiblemente por la formación de micro canales.

Resultado de penetración de ion de cloruros

Este ensayo resultó especialmente relevante en mis investigaciones, ya que estudié estructuras expuestas a ambientes marinos o industriales, donde la presencia de cloruros era común. También lo utilicé para evaluar estructuras de concreto en entornos con altos niveles de salinidad o en áreas donde se utilizaban productos químicos corrosivos. Fue importante determinar la concentración de cloruros presentes en el concreto, ya que esto podría afectar la durabilidad y la resistencia de las estructuras a largo plazo.

Tabla 37: Resultados finales del ensayo por Penetración de Cloruros. Fuente: Propia.

Porcentajes (%)	Qs (coulombs) Promedio	VS
0.00%	1709.439	100.00
1.00%	1779.340	104.09
1.50%	10024.078	586.40
2.00%	12709.670	743.50
2.50%	17157.187	1003.67

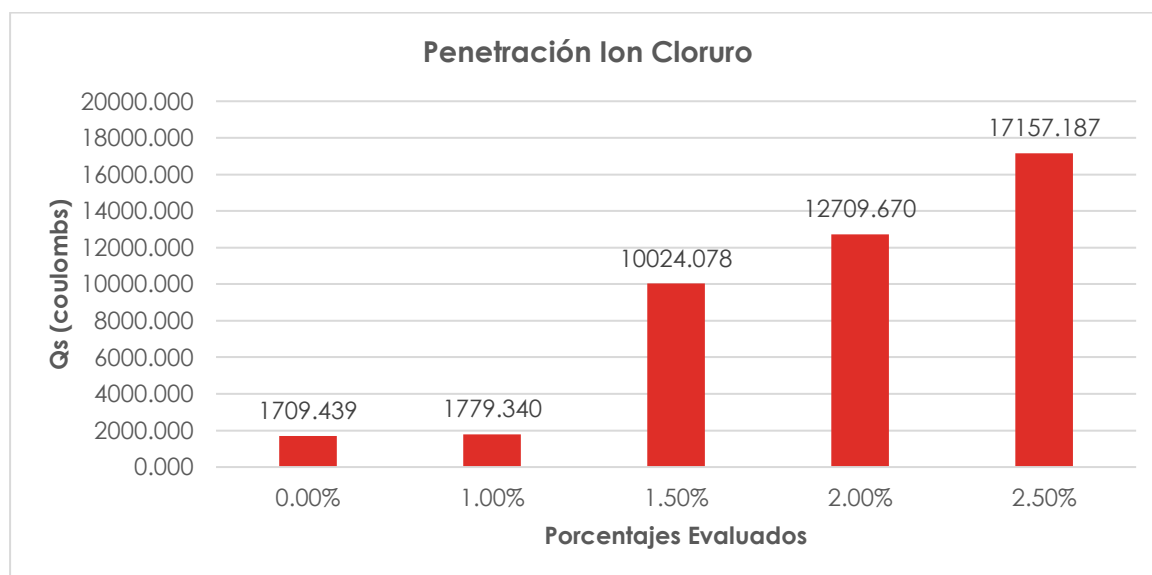


Figura 126: Comparación de Penetración de Ion cloruros vs los Porcentajes de adición evaluados.

Interpretación

Los resultados del ensayo de carga eléctrica según la norma ASTM C1202-17 muestran que la incorporación de fibras metálicas tipo Sika Fiber CHO en el concreto incrementa significativamente su permeabilidad al ion cloruro a partir del 1.50% en volumen. Mientras que el concreto sin fibras y con 1.00% presentan valores dentro del rango de baja permeabilidad, a partir del 1.50% la carga eléctrica supera los 10,000 coulombs, lo que según la norma se

clasifica como muy alta permeabilidad. Esto indica un deterioro considerable en la durabilidad del concreto, debido a que las fibras en exceso pueden generar microcanales que facilitan el paso de cloruros. Por tanto, se recomienda no superar el 1.00% de contenido de fibras metálicas si se busca mantener un buen comportamiento frente a la penetración de agentes agresivos.

Resultado de Abrasión

El ensayo de abrasión en el concreto fue una prueba fundamental que utilicé para evaluar la resistencia del material al desgaste y la abrasión. Me proporcionó información esencial para la selección de materiales, el diseño de estructuras duraderas y la evaluación del rendimiento a largo plazo del concreto en entornos abrasivos.

Tabla 38: Resultados obtenidos por Abrasión al concreto. Fuente: propia.

Reemplazos	Muestra	Masa De Muestra (G)				Desgaste (%)	Promedio (%)
		Masa inicial	Primer ciclo	Segundo ciclo	Tercer ciclo		
f _c = 280 kg/cm ²	PATRON	793.75 g.	793.64 g.	793.50 g.	793.30 g.	0.06	0.06
	PATRON	793.74 g.	793.62 g.	793.49 g.	793.28 g.	0.06	0.06
	1% F. de Acero	959.65 g.	959.48 g.	959.36 g.	959.28 g.	0.04	0.04
	1% F. de Acero	959.64 g.	959.46 g.	959.35 g.	959.26 g.	0.04	0.04
	1.5% F. de Acero	900.14 g.	900.08 g.	900.03 g.	899.97 g.	0.02	0.02
	1.5% F. de Acero	900.13 g.	900.06 g.	900.02 g.	899.95 g.	0.02	0.02
	2% F. de Acero	1008.70 g.	1008.66 g.	1008.64 g.	1008.57 g.	0.01	0.01
	2% F. de Acero	1008.69 g.	1008.64 g.	1008.63 g.	1008.55 g.	0.01	0.01
	2.5% F. de Acero	894.66 g.	894.61 g.	894.59 g.	894.57 g.	0.01	0.01
	2.5% F. de Acero	894.65 g.	894.59 g.	894.58 g.	894.55 g.	0.01	0.01

Tabla 39: Resultados resumen del ensayo por Abrasión. Fuente: Propia.

MUESTRA	DESGASTE (GR)	VS (%)
PATRON	0.45	100.00
PATRON	0.46	102.22
1% F. de Acero	0.37	82.22
1% F. de Acero	0.38	84.44
1.5% F. de Acero	0.17	37.78
1.5% F. de Acero	0.18	40.00

2% F. de Acero	0.13	28.89
2% F. de Acero	0.14	31.11
2.5% F. de Acero	0.09	20.00
2.5% F. de Acero	0.10	22.22

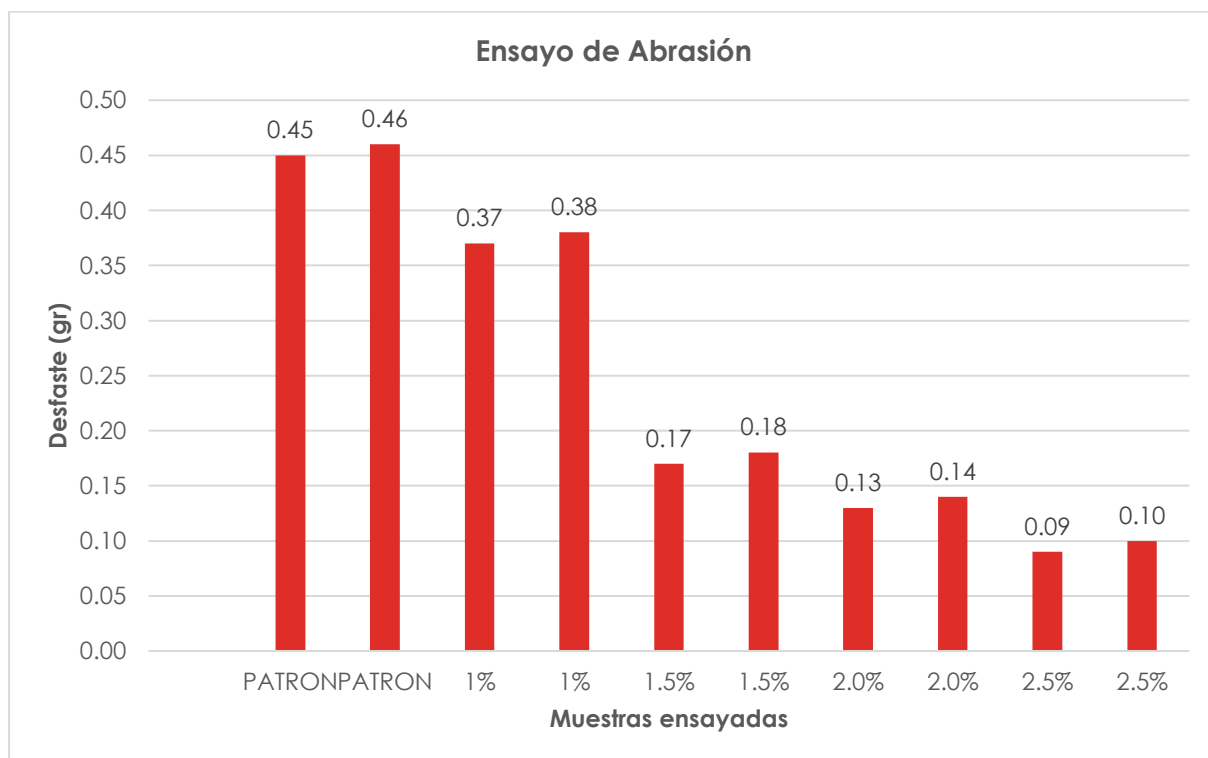


Figura 127: Comparación de los resultados de Ensayo de Abrasión vs los porcentajes de adición evaluados.

Interpretación

Los resultados del ensayo de desgaste por abrasión evidencian que el uso de fibras de acero tipo Sika Fiber CHO mejora notablemente la resistencia al desgaste superficial del concreto. El concreto patrón (sin fibras) presentó un desgaste promedio de 0.455 g, establecido como referencia (100%). Al incorporar 1% de fibras, el desgaste se redujo en aproximadamente un 17%, mientras que con 1.5% o más, la disminución fue mucho más significativa.

El mejor desempeño se observó en la muestra con 2.5% de fibras de acero, la cual registró un desgaste promedio de solo 0.095 g, equivalente al 21.11% del valor del patrón, es decir, una reducción de casi el 80%. Esto demuestra que las fibras metálicas actúan como un refuerzo eficaz frente a la fricción, limitando la pérdida de material y mejorando la durabilidad mecánica superficial del concreto. En conclusión, a mayor contenido de fibra de acero, menor desgaste, siendo el 2.5% la dosificación más eficiente en este ensayo.

Resultado del Ensayo de Fisuración

Los resultados obtenidos permiten identificar la capacidad del concreto, especialmente cuando está reforzado con fibras, para reducir o controlar la formación y propagación de estas fisuras. Esto es fundamental para garantizar la longevidad y durabilidad de las estructuras de concreto, ya que las grietas por contracción plástica pueden comprometer el desempeño estructural y facilitar la entrada de agentes dañinos que aceleran su deterioro.

Tabla 40: Resultados obtenidos por el ensayo de Fisuración. Fuente: propia.

MUESTRA PATRON	PANEL DE CONTROL N° 01										Promedio de Fisuras Concreto Patrón (mm)		
	TIEMPO TRANSCURRIDO				DIMENSIONES DEL PANEL			AREA DE EVAP. (M2)	COD. DE GRIETA	ANCHO DE FISURA		ANCHO DE FISURA (mm)	
	FECHA	HORA DE REGISTRO	TIEMPO (H)	TIEMPO (MIN)	LONG.	ANCHO	PROFUND.						
	03/06/2024	10:30	12	720	560	350	100	0.196	A-A	0.56	0.57		
	04/06/2024	10:30	24	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.58			
MUESTRA 1%	PANEL DE CONTROL N° 02										0.56		
	TIEMPO TRANSCURRIDO				DIMENSIONES DEL PANEL			AREA DE EVAP. (M2)	COD. DE GRIETA	ANCHO DE FISURA		ANCHO DE FISURA (mm)	
	FECHA	HORA DE REGISTRO	TIEMPO (H)	TIEMPO (MIN)	LONG.	ANCHO	PROFUND.						
		03/06/2024	10:30	12	720	560	350	100	0.196	A-A		0.55	0.55
		04/06/2024	10:30	24	1440	560	350	100	0.196	B-B		0.55	
MUESTRA 1%	PANEL DE CONTROL N° 03										Promedio de Fisuras Concreto Patrón (mm)		
	TIEMPO TRANSCURRIDO				DIMENSIONES DEL PANEL			AREA DE EVAP. (M2)	COD. DE GRIETA	ANCHO DE FISURA		ANCHO DE FISURA (mm)	
	FECHA	HORA DE REGISTRO	TIEMPO (H)	TIEMPO (MIN)	LONG.	ANCHO	PROFUND.						
		04/06/2024	10:30	24	1440	560	350	100	0.196	A-A		0.25	0.26
		04/06/2024	10:30	24	1440	560	350	100	0.196	B-B		0.27	
MUESTRA 1%	PANEL DE CONTROL N° 04										0.25		
	TIEMPO TRANSCURRIDO				DIMENSIONES DEL PANEL			AREA DE EVAP. (M2)	COD. DE GRIETA	ANCHO DE FISURA		ANCHO DE FISURA (mm)	
	FECHA	HORA DE REGISTRO	TIEMPO (H)	TIEMPO (MIN)	LONG.	ANCHO	PROFUND.						
		04/06/2024	10:30	24	1440	560	350	100	0.196	A-A		0.22	0.23
		04/06/2024	10:30	24	1440	560	350	100	0.196	B-B		0.24	
MUESTRA TOTAL	PANEL DE CONTROL N° 05										Promedio de		

TIEMPO TRANSCURRIDO				DIMENSIONES DEL PANEL			AREA DE EVAP. (M2)	COD. DE GRIETA	ANCHO DE FISURA	ANCHO DE FISURA (mm)	Fisuras Concreto Patrón (mm)	
FECHA	HORA DE REGISTRO	TIEMPO (H)	TIEMPO (MIN)	LONG.	ANCHO	PROFUND.						
05/06/2024	10:30	24	1440	560	350	100	0.196	A-A	0.1	0.095	0.09	
06/06/2024	10:30	24	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.09			
PANEL DE CONTROL N° 06												
TIEMPO TRANSCURRIDO				DIMENSIONES DEL PANEL			AREA DE EVAP. (M2)	COD. DE GRIETA	ANCHO DE FISURA	ANCHO DE FISURA (mm)		
FECHA	HORA DE REGISTRO	TIEMPO (H)	TIEMPO (MIN)	LONG.	ANCHO	PROFUND.						
05/06/2024	10:30	24	1440	560	350	100	0.196	A-A	0.08	0.075		
06/06/2024	10:30	24	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.07			
PANEL DE CONTROL N° 07												Promedio de Fisuras Concreto Patrón (mm)
TIEMPO TRANSCURRIDO				DIMENSIONES DEL PANEL			AREA DE EVAP. (M2)	COD. DE GRIETA	ANCHO DE FISURA	ANCHO DE FISURA (mm)		
FECHA	HORA DE REGISTRO	TIEMPO (H)	TIEMPO (MIN)	LONG.	ANCHO	PROFUND.						
04/06/2024	10:30	24	1440	560	350	100	0.196	A-A	0.03	0.03		
04/06/2024	10:30	24	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.02			
PANEL DE CONTROL N° 08											0.03	
TIEMPO TRANSCURRIDO				DIMENSIONES DEL PANEL			AREA DE EVAP. (M2)	COD. DE GRIETA	ANCHO DE FISURA	ANCHO DE FISURA (mm)		
FECHA	HORA DE REGISTRO	TIEMPO (H)	TIEMPO (MIN)	LONG.	ANCHO	PROFUND.						
04/06/2024	10:30	24	1440	560	350	100	0.196	A-A	0.03	0.03		
04/06/2024	10:30	24	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.02			
PANEL DE CONTROL N° 09											Promedio de Fisuras Concreto Patrón (mm)	
TIEMPO TRANSCURRIDO				DIMENSIONES DEL PANEL			AREA DE EVAP. (M2)	COD. DE GRIETA	ANCHO DE FISURA	ANCHO DE FISURA (mm)		
FECHA	HORA DE REGISTRO	TIEMPO (H)	TIEMPO (MIN)	LONG.	ANCHO	PROFUND.						
05/06/2024	10:30	24	1440	560	350	100	0.196	A-A	0	0		
06/06/2024	10:30	24	1440	560	350	100	0.196	B-B	0			
PANEL DE CONTROL N° 10											NO PRESENTA.	
TIEMPO TRANSCURRIDO				DIMENSIONES DEL PANEL			AREA DE EVAP. (M2)	COD. DE GRIETA	ANCHO DE FISURA	ANCHO DE FISURA (mm)		
FECHA	HORA DE REGISTRO	TIEMPO (H)	TIEMPO (MIN)	LONG.	ANCHO	PROFUND.						

MUESTRA 2%

MUESTRA 2.5%

05/06/2024	10:30	24	1440	560	350	100	0.196	A-A	0	0
06/06/2024	10:30	24	1440	560	350	100	0.196	B-B	0	

Tabla 41: Resultados resumen del ensayo de Fisuración. Fuente: Propia.

MUESTRA	ANCHO DE FISURA (mm)	VS (%)
PATRON	0.570	100.00
PATRON	0.550	96.49
1%	0.260	45.61
1%	0.230	40.35
1.5%	0.095	16.67
1.5%	0.075	13.16
2.0%	0.030	5.26
2.0%	0.030	5.26
2.5%	0.000	0.00
2.5%	0.000	0.00

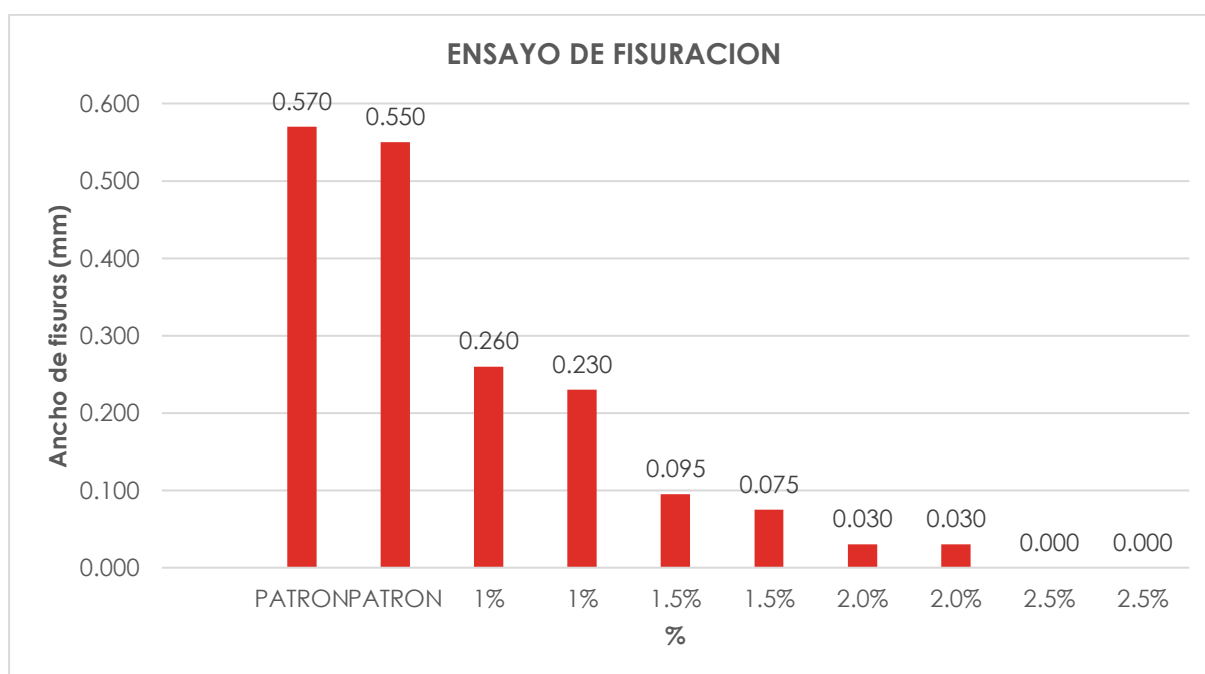


Figura 128: Comparación de los resultados de Ensayo de Fisuración vs los porcentajes de adición evaluados.

Interpretación

Los resultados muestran que la incorporación de fibras metálicas reduce de forma progresiva y significativa el ancho de fisuración del concreto. El concreto patrón (sin fibras) presentó anchos promedio cercanos a 0.56 mm, considerado como 100% de referencia. Con 1% de fibras, el ancho de fisura se redujo a menos de la mitad, mientras que con 1.5% y 2.0%, la reducción fue aún más notable.

La mejor respuesta se obtuvo con la dosificación de 2.5% de fibras, donde no se registró ninguna fisura visible (0.00 mm), lo que representa una reducción del 100% respecto al concreto sin fibras. Esto demuestra que las fibras metálicas tienen un efecto positivo en el control de fisuración, ya que actúan como un puente entre las microgrietas, limitando su propagación. En resumen, mayores porcentajes de fibra metálica mejoran significativamente la capacidad del concreto para resistir y controlar la formación de fisuras.

Rentabilidad Económica del Proyecto

La rentabilidad económica de un proyecto fue una medida fundamental que utilicé para evaluar la viabilidad financiera y el potencial de generación de beneficios económicos. Me permitió determinar si el proyecto en cuestión era financieramente viable y si tenía el potencial de generar un retorno satisfactorio de la inversión realizada.



Figura 129: Precio actual de la bolsa de fibra de refuerzo SikaFiber CHO 80/60 NB. Fuente: Sika center Perú.

Los precios de la mano de obra contemplados en los costos unitarios presentados en esta investigación han sido obtenidos de las tablas salariales oficiales aplicables en el año 2025,

expresados en horas-hombre. Se ha tenido en cuenta también el precio actual en el mercado de la fibra que se añadió.

Tabla 42: Costos concreto Patrón por m³.

Partida: Concreto f'c: 280 kg/cm ² para pavimentos rígidos (sin adición)						
Rendimiento:	m ³ /día					
MO:	20	m ³ /día				
Jornada:	8	h/d				
Costo Unitario directo por m³:	S/ 535.80					
Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	63.84
Operador Equipo Liviano	hh	1.0000	0.4000	16.80	6.72	
Operario	hh	2.0000	0.8000	16.80	13.44	
Oficial	hh	1.0000	0.4000	13.20	5.28	
Peón	hh	8.0000	3.2000	12.00	38.40	
Materiales	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	458.82
Cemento MS (Pacasmayo)	Bls		10.9298	35.50	388.01	
Ag. Fino	m ³		0.3707	50.00	18.53	
Ag. Grueso	m ³		0.6427	70.00	44.99	
Agua	m ³		0.2114	4.00	0.85	
Gasolina	Gal		0.2000	32.20	6.44	
Fibra de Acero	Kg		0.0000	0.00	0.00	
Equipos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	13.15
Herramientas Manuales	%MO		3.0000%	104.92	3.15	
Mezcladora de Concreto 9-11 hp	hm	1.0000	0.4000	10.00	4.00	
Vibrador de Concreto 4hp 2.40"	hm	1.0000	0.4000	15.00	6.00	

Tabla 43: Costos concreto con adición 1% por m³.

Partida: Concreto f'c: 280 kg/cm ² para pavimentos rígidos (con adición 1%)						
Rendimiento:	m ³ /día					
MO:	20	m ³ /día				
Jornada:	8	h/d				
Costo Unitario directo por m³:	S/ 795.40					
Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	63.84
Operador Equipo Liviano	hh	1.0000	0.4000	16.80	6.72	
Operario	hh	2.0000	0.8000	16.80	13.44	
Oficial	hh	1.0000	0.4000	13.20	5.28	
Peón	hh	8.0000	3.2000	12.00	38.40	
Materiales	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	718.42
Cemento MS (Pacasmayo)	Bls		10.9298	35.50	388.01	
Ag. Fino	m ³		0.3707	50.00	18.53	
Ag. Grueso	m ³		0.6427	70.00	44.99	
Agua	m ³		0.2114	4.00	0.85	
Gasolina	Gal		0.2000	32.20	6.44	
Fibra de Acero	Kg		23.6000	11.00	259.60	
Equipos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	13.15
Herramientas Manuales	%MO		3.0000%	104.92	3.15	
Mezcladora de Concreto 9-11 hp	hm	1.0000	0.4000	10.00	4.00	
Vibrador de Concreto 4hp 2.40"	hm	1.0000	0.4000	15.00	6.00	

Tabla 44: Costos concreto con adición 1.5% por m3.

Partida:	Concreto f'c: 280 kg/cm2 para pavimentos rígidos (con adición 1.5%)					
Rendimiento:	m3/día					
MO:	20	m3/día				
Jornada:	8	h/d				
Costo Unitario directo por m3:	S/ 925.20					
Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	63.84
Operador Equipo Liviano	hh	1.0000	0.4000	16.80	6.72	
Operario	hh	2.0000	0.8000	16.80	13.44	
Oficial	hh	1.0000	0.4000	13.20	5.28	
Peón	hh	8.0000	3.2000	12.00	38.40	
Materiales	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	848.22
Cemento MS (Pacasmayo)	Bls		10.9298	35.50	388.01	
Ag. Fino	m3		0.3707	50.00	18.53	
Ag. Grueso	m3		0.6427	70.00	44.99	
Agua	m3		0.2114	4.00	0.85	
Gasolina	Gal		0.2000	32.20	6.44	
Fibra de Acero	Kg		35.4000	11.00	389.40	
Equipos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	13.15
Herramientas Manuales	%MO		3.0000%	104.92	3.15	
Mezcladora de Concreto 9-11 hp	hm	1.0000	0.4000	10.00	4.00	
Vibrador de Concreto 4hp 2.40"	hm	1.0000	0.4000	15.00	6.00	

Tabla 45: Costos concreto con adición 2% por m3.

Partida:	Concreto f'c: 280 kg/cm2 para pavimentos rígidos (con adición 2%)					
Rendimiento:	m3/día					
MO:	20	m3/día				
Jornada:	8	h/d				
Costo Unitario directo por m3:	S/ 1,055.00					
Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	63.84
Operador Equipo Liviano	hh	1.0000	0.4000	16.80	6.72	
Operario	hh	2.0000	0.8000	16.80	13.44	
Oficial	hh	1.0000	0.4000	13.20	5.28	
Peón	hh	8.0000	3.2000	12.00	38.40	
Materiales	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	978.02
Cemento MS (Pacasmayo)	Bls		10.9298	35.50	388.01	
Ag. Fino	m3		0.3707	50.00	18.53	
Ag. Grueso	m3		0.6427	70.00	44.99	
Agua	m3		0.2114	4.00	0.85	
Gasolina	Gal		0.2000	32.20	6.44	
Fibra de Acero	Kg		47.2000	11.00	519.20	
Equipos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	13.15
Herramientas Manuales	%MO		3.0000%	104.92	3.15	
Mezcladora de Concreto 9-11 hp	hm	1.0000	0.4000	10.00	4.00	
Vibrador de Concreto 4hp 2.40"	hm	1.0000	0.4000	15.00	6.00	

Tabla 46: Costos concreto con adición 2.5% por m3.

Partida:	Concreto f'c: 280 kg/cm2 para pavimentos rigidos (con adición 2.5%)					
Rendimiento:	m3/día					
MO:	20	m3/día				
Jornada:	8	h/d				
Costo Unitario directo por m3:	S/ 1,194.70					
Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	63.84
Operador Equipo Liviano	hh	1.0000	0.4000	16.80	6.72	
Operario	hh	2.0000	0.8000	16.80	13.44	
Oficial	hh	1.0000	0.4000	13.20	5.28	
Peón	hh	8.0000	3.2000	12.00	38.40	
Materiales	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	1117.72
Cemento MS (Pacasmayo)	Bls		10.9298	35.50	388.01	
Ag. Fino	m3		0.3707	50.00	18.53	
Ag. Grueso	m3		0.6427	70.00	44.99	
Agua	m3		0.2114	4.00	0.85	
Gasolina	Gal		0.2000	32.20	6.44	
Fibra de Acero	Kg		59.9000	11.00	658.90	
Equipos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	13.15
Herramientas Manuales	%MO		3.0000%	104.92	3.15	
Mezcladora de Concreto 9-11 hp	hm	1.0000	0.4000	10.00	4.00	
Vibrador de Concreto 4hp 2.40''	hm	1.0000	0.4000	15.00	6.00	

A continuación, se presentará una tabla resumen de los precios por m3, evaluados:

Tabla 47: Tabla resumen de costos unitarios por m3.

Descripcion	Unidad	Precio	%
Concreto f'c: 280 kg/cm2 para pavimentos rigidos (sin adición)	m3	S/ 535.80	100.00
Concreto f'c: 280 kg/cm2 para pavimentos rigidos (con adición 1%)	m3	S/ 795.40	148.45
Concreto f'c: 280 kg/cm2 para pavimentos rigidos (con adición 1.5%)	m3	S/ 925.20	172.68
Concreto f'c: 280 kg/cm2 para pavimentos rigidos (con adición 2%)	m3	S/ 1,055.00	196.90
Concreto f'c: 280 kg/cm2 para pavimentos rigidos (con adición 2.5%)	m3	S/ 1,194.70	222.97

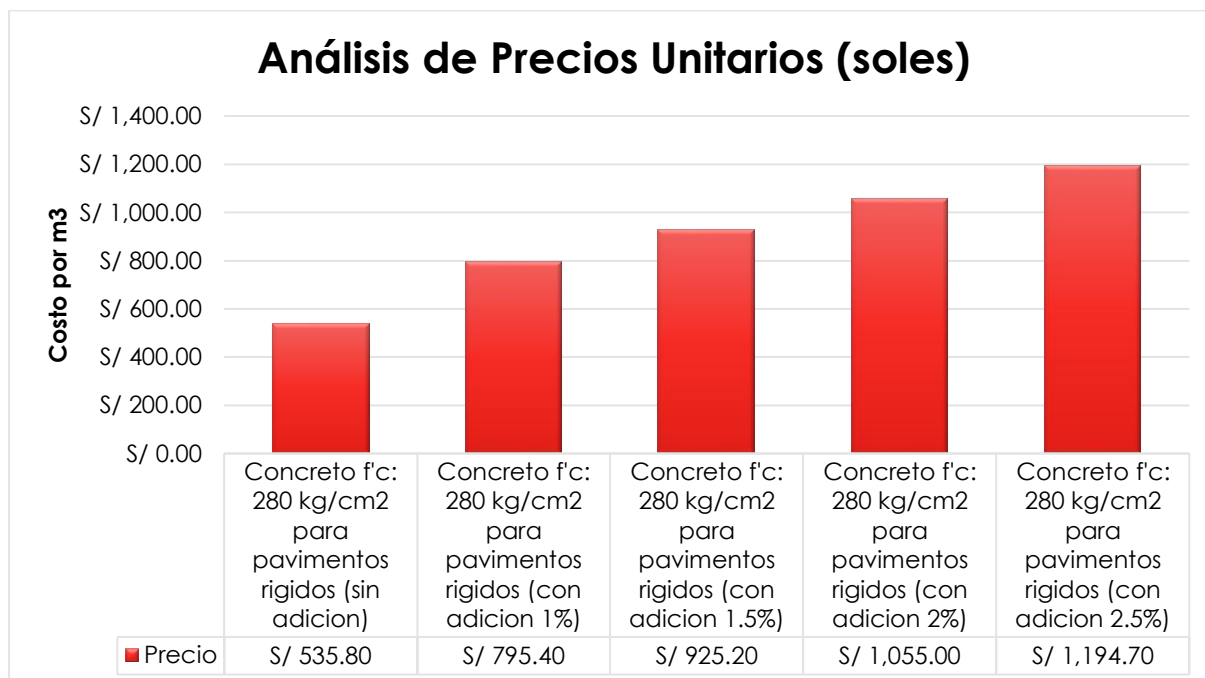


Figura 130: Grafico representativo de los análisis de precios unitarios.

Este incremento progresivo se explica por el alto costo de las fibras metálicas respecto al resto de los materiales convencionales (cemento, agregados y agua).

Interpretación:

Los resultados muestran que el costo del concreto se incrementa de manera progresiva conforme aumenta la dosificación de fibras metálicas. Mientras que el concreto sin adición representa el valor base (S/ 535.80/m³), la incorporación del 1% de fibras ya implica casi un 50% más de costo, lo que marca un punto crítico en la evaluación económica. A partir de allí, el aumento continúa de forma constante: 1.5% supera el 70%, 2% roza el 100%, y finalmente 2.5% más que duplica el costo inicial.

En términos prácticos, esto significa que, aunque las fibras mejoran propiedades como resistencia, control de fisuración y durabilidad, su uso en porcentajes elevados podría resultar económicamente inviable en proyectos de gran escala. Por ello, el 1% aparece como la alternativa más equilibrada, ya que ofrece beneficios técnicos sin generar un sobre costo tan elevado como las dosificaciones superiores.

Discusiones

- Según el objetivo de caracterizar los agregados empleados en esta investigación, se realizaron los ensayos correspondientes al agregado grueso proveniente de la cantera “Tres Tomas” y al agregado fino de la cantera “La Victoria”. Los resultados obtenidos muestran que ambos materiales presentan propiedades adecuadas para ser utilizados en la elaboración de concreto. El agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1/2", un peso unitario suelto seco de 1364 kg/m³ y compactado de 1557 kg/m³, lo cual indica una granulometría adecuada para lograr buena trabajabilidad y compacidad. Su peso específico seco es de 2.80 g/cm³, valor que respalda su densidad. Además, presentó un contenido de humedad de 0.32% y una absorción de 0.94%. El módulo de fineza fue de 6.97, característico de un agregado grueso bien graduado. Por su parte, el agregado fino mostró un peso unitario suelto de 1560 kg/m³ y compactado de 1837 kg/m³, con un peso específico seco de 2.66 g/cm³. Su contenido de humedad fue de 2.73% y su absorción de 1.14%, aspectos que deben considerarse al calcular el contenido de agua en el diseño de mezcla. El módulo de fineza fue de 2.87, valor que indica una buena distribución de tamaños de partícula y lo ubica dentro del rango óptimo para concretos. Al comparar estos resultados con los obtenidos con la siguiente investigación [51] en donde se utilizaron agregados de las mismas canteras, se observa que el agregado grueso en ese estudio tenía un tamaño máximo nominal de 3/4", mientras que en esta investigación fue de 1/2". El contenido de humedad del agregado fino fue mayor en esta investigación (2.73%) frente al 1.38% del otro estudio; sin embargo, el agregado grueso mantuvo el mismo valor (0.32%). En cuanto al peso unitario suelto, el agregado fino y grueso presentaron valores de 1560 kg/m³ y 1364 kg/m³ respectivamente, siendo menores a los 1646 kg/m³ y 1409 kg/m³ del estudio comparado. Los pesos específicos también variaron: 2.66 g/cm³ (fino) y 2.80 g/cm³ (grueso) en esta investigación, frente a 2.571 g/cm³ y 2.626 g/cm³ respectivamente. Por otro lado, el módulo de fineza del agregado fino fue prácticamente igual en ambos casos: 2.87 aquí y 2.89 en el otro estudio. Estas similitudes y ligeras variaciones son coherentes, considerando que los agregados fueron extraídos de las mismas fuentes, aunque en distintos periodos y condiciones de almacenamiento.
- Con el propósito de responder al objetivo de establecer un diseño de mezcla para un concreto expuesto a condiciones severas de sales, se elaboró una dosificación base destinada a alcanzar una resistencia a la compresión de $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, utilizando el

método de diseño de mezcla del ACI. Para cumplir con las condiciones de durabilidad exigidas en ambientes agresivos, se estableció una relación agua/cemento (a/c) de 0.415, adecuada para limitar la permeabilidad del concreto. La dosificación por metro cúbico se compuso de 520.481 kg de cemento, 211.86 litros de agua, 650.36 kg de agregado fino y 1000.68 kg de agregado grueso. A esta mezcla se incorporaron fibras de acero Sika Fiber CHO 80/60 NB en proporciones de 0%, 1%, 1.5%, 2% y 2.5%, equivalentes a 0, 23.8 kg, 35.75 kg, 47.67 kg y 59.58 kg por m³ respectivamente. En cuanto a la trabajabilidad, se realizaron ensayos de asentamiento (slump) para cada dosificación. El concreto patrón (sin fibras) presentó un asentamiento de 3 pulgadas, mientras que las mezclas con fibras mostraron una reducción progresiva: 2.5” con 1%, 2” con 1.5%, 1.5” con 2%, y 1” con 2.5%.

Esta disminución es coherente con lo esperado, ya que las fibras generan mayor fricción interna y reducen la fluidez del concreto fresco. En donde si se compara la trabajabilidad del concreto adicionando fibras podemos tener en cuenta que, en la investigación de [51], ambas investigaciones también coinciden en que el uso de fibras de acero reduce la trabajabilidad del concreto, expresada a través del asentamiento (slump). En la tesis comparada, se determinó que con 20 kg/m³ de fibras se obtiene un asentamiento de 3.25”, apenas un 12.16% menor al concreto patrón, lo que se considera aún trabajable. Sin embargo, al aumentar a 30 kg/m³, el slump disminuyó significativamente, presentando una reducción del 22.97%, indicando una pérdida de fluidez. En el caso del presente estudio, con una dosificación de 23.8 kg/m³ de fibras (1%), el slump fue de 2.5”, lo que representa una reducción del 16.67% respecto al concreto patrón (3”). Esta tendencia descendente se mantuvo hasta llegar a 1” con 2.5% de fibras (59.58 kg/m³), evidenciando una mayor caída en la trabajabilidad. Mientras que en la investigación de [52], la comparación demuestra que el uso de un aditivo superplastificante no solo contrarresta la pérdida de trabajabilidad causada por las fibras, sino que incluso permite trabajar con mayores porcentajes manteniendo una consistencia adecuada. En cambio, sin aditivos, el concreto pierde fluidez rápidamente, lo que podría afectar su colocación, compactación y acabado, sin embargo, pese a al uso de aditivo superplastificante, se demuestra la baja en el asentamiento en la figura 4.

- Como parte del objetivo principal de esta investigación, se buscó determinar la dosificación óptima de fibras de acero en mezclas de concreto. Para ello, se llevaron a cabo una serie de ensayos experimentales, enfocados en evaluar tanto las propiedades

físicas como mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas. Los resultados obtenidos indican que la dosificación más eficiente para el **ensayo de resistencia** a la compresión corresponde al 1% de adición de fibras, ya que logró una resistencia a la compresión de 355 kg/cm² a los 28 días, superando al concreto patrón (330 kg/cm²) en un 7.58%. En contraste, la mezcla con 2.5% de fibras fue la que presentó el menor desempeño, alcanzando solo 309 kg/cm², lo que representa una disminución del 6.36% respecto al concreto sin adición. Estos hallazgos permiten concluir que una incorporación moderada de fibras metálicas (1%) mejora significativamente la resistencia del concreto, mientras que cantidades mayores pueden afectar negativamente su comportamiento mecánico. Las investigaciones previas que prueban que los resultados brindados por este ensayo se obtienen valores similares a los obtenidos son de las siguientes referencias bibliográficas: Bermúdez Chacón, Renato David; Vásquez Castillo, María Pilar [26] se determinó que la fibra de acero mejora las propiedades mecánicas del hormigón, siendo el 1% el porcentaje más adecuado para los esfuerzos de compresión, Caceres Salamanca, Gustavo Alberly; Membreño Castillo, Yoni Antonio; Villatoro Bolainez, Jose Roberto [50] y Cusquisiván Chilón, Manuel Edgar; Sáenz Correa, Jean Pier [53], mientras que investigaciones como [51], en sus resultados, aunque se emplearon dosificaciones distintas, se observó una tendencia progresiva al incremento de la resistencia a medida que se aumentaba el contenido de fibras en 5 kg/m³, 10 kg/m³, 15 kg/m³, 20 kg/m³ y 30 kg/m³. Estas dosificaciones mostraron mejoras del 2.50%, 5.14%, 8.44%, 10.17% y 13.10% respectivamente, en comparación con el concreto patrón, respaldando el efecto positivo del refuerzo con fibras en el comportamiento mecánico del material. Aunque estos resultados difieren de los obtenidos en la presente investigación, la mayoría de las fuentes revisadas coinciden en que un mayor contenido de fibras tiende a disminuir la resistencia a la compresión del concreto. Esta disminución puede atribuirse al hecho de que las fibras interrumpen la continuidad de la matriz cementicia, generando una mayor cantidad de vacíos y dificultando el proceso de compactación. Además, al aumentar la cantidad de fibras, la mezcla pierde trabajabilidad, lo que puede provocar zonas mal consolidadas que comprometen la densidad y, por tanto, la resistencia final del concreto.

- Dentro del conjunto de ensayos realizados para evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas, el **ensayo de flexión** permitió obtener resultados significativos sobre el comportamiento estructural de las distintas

dosificaciones. La mezcla patrón, es decir, sin adición de fibras, alcanzó una resistencia a la flexión de 41.59 kg/cm² a los 28 días, valor que se tomó como base comparativa (100%) para analizar el efecto de las fibras en las demás muestras. Los resultados reflejan una clara tendencia al mejoramiento de la resistencia a la flexión conforme se incrementa el contenido de fibras, siendo la mezcla con 2.5% de adición de fibra de acero entrefilado Sika Fiber CHO 80/60 NB la que presentó el mayor incremento relativo, alcanzando un aumento del 215.75% respecto al concreto patrón. Este comportamiento confirma el efecto positivo que tienen las fibras metálicas en la capacidad del concreto para resistir esfuerzos de tracción indirecta. En consecuencia, puede afirmarse que la presencia de fibras metálicas en la mezcla no solo refuerza la estructura interna del concreto, sino que también optimiza su desempeño estructural global, ofreciendo una solución técnica eficiente y viable para aplicaciones donde se requiere un alto nivel de desempeño bajo cargas mecánicas complejas. Las investigaciones previas a esta que respalda los datos obtenidos son: Antón Pereyra, Angela Yoshi [54], Bermúdez Chacón, Renato David; Vásquez Castillo, María Pilar [26] se determinó en esta investigación del 2020 que la fibra de acero el porcentaje más adecuado es 3% para los esfuerzos de flexotracción, en donde los diferentes porcentajes adicionados en cada una de las investigaciones respaldan lo datos propuestos.

- Como parte del análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas, se llevó a cabo el **ensayo de resistencia a la tracción** indirecta. Los resultados obtenidos mostraron que el concreto patrón, es decir, sin incorporación de fibras, alcanzó una resistencia media de 77 kg/cm² a los 28 días, valor que fue utilizado como referente para comparar el desempeño de las mezclas modificadas. Entre las distintas dosificaciones ensayadas, la mezcla con 2.5% de fibras de acero entrefilado tipo Sika Fiber CHO evidenció el mejor comportamiento estructural, alcanzando una resistencia de 100.67 kg/cm², lo que representa un incremento del 30.73% respecto al concreto patrón. Este aumento sustancial en la resistencia a la tracción confirma que la adición de fibras metálicas no solo contribuye al control de fisuración, sino que también mejora la cohesión interna del concreto, permitiéndole resistir mayores tensiones antes de fallar. El mecanismo de acción de las fibras consiste en puentear microgrietas y disipar energía durante la propagación de las fisuras, lo que retrasa el colapso y mejora el desempeño mecánico del material. En términos comparativos, estos resultados respaldan el uso de fibras como refuerzo estructural alternativo o complementario,

especialmente en estructuras donde la tracción es una condición crítica de diseño. Sin embargo, es importante balancear su contenido con la trabajabilidad del concreto fresco, ya que, como se ha visto en otros ensayos, una mayor dosificación puede afectar negativamente la colocación y el acabado, aspectos que también deben ser considerados en aplicaciones prácticas. Estos resultados permiten concluir que la incorporación progresiva de fibras metálicas en el concreto tiene un impacto positivo sobre su resistencia a la tracción, favoreciendo su comportamiento mecánico frente a esfuerzos de separación. Dentro de la literatura que reafirma los datos obtenidos podemos encontrar a Antón Pereyra, Angela Yoshi [26] en donde se diseñó una mezcla de concreto con resistencia de 280 kg/cm² y se elaboraron 36 probetas para los ensayos de compresión y tracción. Las probetas con 5% de fibras de acero mostraron un incremento del 47.82% en la resistencia a la tracción en comparación con el concreto patrón, evidenciando la eficacia del refuerzo con fibras metálicas, Bermúdez Chacón, Renato David; Vásquez Castillo, María Pilar [31], y Lopez Asencios, Yordi Miguel [32], en donde los diferentes porcentajes adicionados en cada una de las investigaciones respaldan lo datos propuestos.

- Tanto en los resultados obtenidos en esta investigación como en los de estudios similares, se confirma que, al incrementar la cantidad de fibras metálicas en el concreto, la permeabilidad tiende a aumentar. En el presente trabajo, la profundidad de penetración del agua pasó de 49.11 mm (0%) a 55.91 mm (2.5%), mientras que en la investigación comparativa [55], el coeficiente de permeabilidad aumentó de 0.31 cm/s a 0.35 cm/s con incrementos de fibra entre 25 y 45 kg/m³. Esta tendencia puede explicarse porque una mayor cantidad de fibras interrumpe la continuidad de la matriz cementante, generando microcanales o vacíos que facilitan el paso del agua. Además, el uso elevado de fibras reduce la trabajabilidad de la mezcla, lo que puede derivar en una compactación deficiente y, por tanto, en un concreto más poroso. En conjunto, los resultados evidencian que, si bien las fibras aportan beneficios mecánicos, su dosificación debe controlarse cuidadosamente cuando la durabilidad frente al ingreso de agua es un criterio prioritario.

Con base en la norma UNE-EN 12390-8, que considera una penetración mayor a 50 mm como indicativa de concreto con alta permeabilidad, los resultados obtenidos — especialmente a partir del 1% de fibras— ubican al concreto evaluado dentro de la categoría de material permeable, lo cual sugiere una limitación en su uso para

estructuras expuestas a humedad constante o ambientes agresivos si no se adoptan medidas adicionales de protección o diseño. A continuación, se colocará imágenes representativas sacadas de la cita bibliográfica referenciada en esta comparativa.

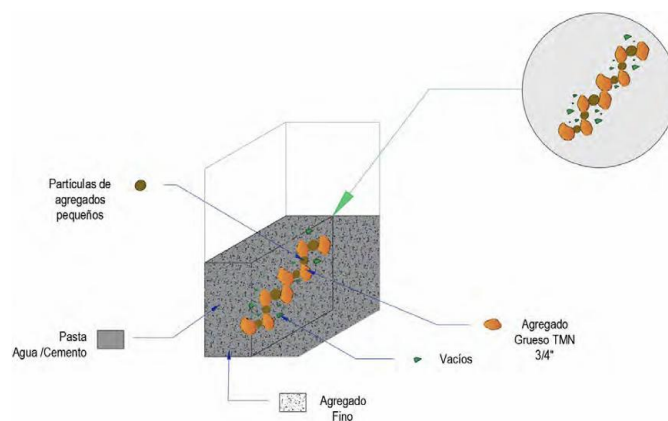


Figura 131: Estructura de concreto permeable sin incorporación de fibras. Fuente: [55].

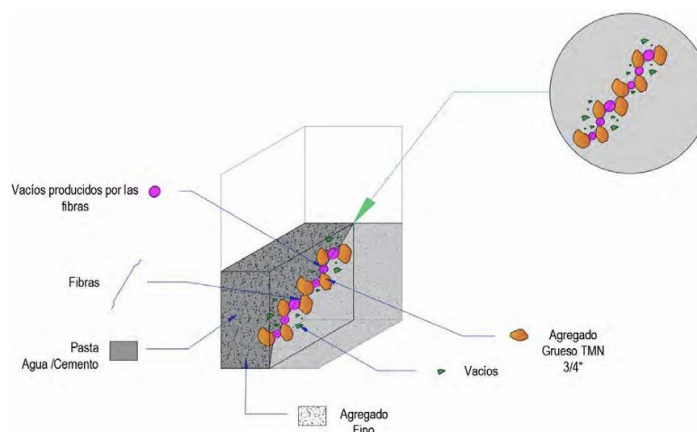


Figura 132: Estructura de concreto permeable con incorporación de fibras. Fuente: [55].

- De acuerdo con la norma **ASTM C1585-04**, si bien no se establecen límites numéricos específicos para clasificar la capilaridad, se señala que una menor tasa de absorción está directamente asociada a un mejor desempeño del concreto frente a ambientes agresivos o de alta exposición a humedad. En la presente investigación, se evaluó la **absorción capilar del concreto** mediante este método, incorporando distintos porcentajes de **fibras metálicas Sika Fiber CHO 80/60 NB**. El concreto patrón (sin fibras) presentó un índice de absorción (I) de **1.748**, considerado como la base (100%). A partir de esta referencia, se observaron incrementos leves en las muestras con adiciones de fibra: 1% → **1.751** (100.19%), 1.5% → **1.814** (103.79%), 2% → **1.831** (104.79%), 2.5% → **1.866** (106.79%). Estos resultados reflejan que el aumento progresivo de la fibra metálica en la mezcla generó un incremento gradual en el índice de absorción capilar, lo cual es

coherente con el comportamiento observado en otros estudios. Esta tendencia sugiere que una mayor presencia de fibras puede generar interrupciones en la matriz del concreto, formando microcanales que favorecen el ingreso de agua por capilaridad. Este comportamiento concuerda con los hallazgos de Fang et al. (2025) [56], quienes evaluaron concretos reforzados con fibras de acero y concluyeron que, si bien las fibras pueden mejorar el rendimiento mecánico, también afectan la estructura capilar del concreto, generando microcanales y dificultando la compactación adecuada. Según el estudio, esto ocurre por la interrupción física de la matriz cementante y por las interacciones interfaciales entre la fibra y la pasta de cemento, lo que favorece el transporte de agua a través del material, especialmente en las etapas prolongadas de absorción capilar.

- Los resultados del ensayo de penetración de iones cloruro, realizado según la norma ASTM C1202, evidencian un comportamiento variable según la dosificación de fibras metálicas. El concreto patrón (0%) y la mezcla con 1% de fibras registraron 1709.44 y 1779.34 coulombs respectivamente, valores que, de acuerdo con la Tabla 1 de la norma, se clasifican como de baja penetrabilidad (entre 1000 y 2000 coulombs), indicando buena resistencia frente al ingreso de cloruros. Sin embargo, a partir de una adición del 1.5%, los valores aumentaron considerablemente: 10,024.08 (1.5%), 12,709.67 (2%) y 17,157.19 coulombs (2.5%), superando ampliamente los 4000 coulombs y clasificándose como alta penetrabilidad, según la misma tabla. Este incremento señala que el exceso de fibras puede deteriorar la impermeabilidad del concreto, posiblemente por la generación de microcanales, vacíos o problemas de compactación. Estos hallazgos coinciden con los resultados obtenidos en los ensayos de capilaridad (ASTM C1585) y permeabilidad (UNE-EN 12390-8), donde también se evidenció que una mayor cantidad de fibras incrementa la absorción y facilita el paso del agua. En conjunto, los ensayos demuestran que, si bien las fibras de acero mejoran ciertas propiedades mecánicas, su dosificación debe optimizarse cuidadosamente cuando la durabilidad frente a agentes agresivos es prioritaria.
- Los resultados obtenidos en el ensayo de abrasión, conforme a la norma ASTM C944, muestran una clara tendencia: a mayor contenido de fibra metálica Sika Fiber CHO 80/60 NB, menor es el desgaste por abrasión. El concreto patrón registró un desgaste promedio de 0.455 g, mientras que con 1% de fibras se redujo a 0.375 g, con 1.5% a 0.175 g, con 2% a 0.135 g, y con 2.5% alcanzó el menor desgaste, con un promedio de

0.095 g. Estos valores reflejan una mejora progresiva en la resistencia al desgaste superficial, lo que respalda el efecto positivo del refuerzo con fibras metálicas en la durabilidad del concreto ante cargas de fricción o tráfico. En comparación, el estudio referencial [51] con el que se realizó una comparativa entre sus resultados y los nuestros se reporta un comportamiento más disperso: si bien se observó un aumento significativo del desgaste con 5 kg/m³ de fibras (hasta 0.52%), con otras dosificaciones (10, 15 y 30 kg/m³) las variaciones fueron menores. Destacan sus resultados con 20 kg/m³, donde se obtuvo el menor desgaste (0.17%), lo que coincide con el valor que en esta investigación se alcanzó a menor dosificación (1.5%). Esta comparación permite concluir que, en esta investigación, los niveles de desgaste son consistentes y decrecientes conforme se incrementa la fibra, lo que sugiere una mejor integración de las fibras en la matriz cementicia y una posible mayor efectividad del diseño de mezcla. Además, posiciona al concreto reforzado con 2% y 2.5% de fibras como altamente resistente al desgaste, atributo clave para aplicaciones en pavimentos rígidos o zonas de alto tránsito, cabe resaltar que la normativa ASTM C944 solo establece los procedimientos y especificaciones, no indica un porcentaje mínimo o máximo que deben presentar las muestras.

- En el presente estudio, el comportamiento del concreto frente a la fisuración por retracción plástica fue evaluado mediante el ensayo ASTM C1579-06. Los resultados muestran que el concreto patrón (sin fibras) presentó anchos de fisura promedio de 0.560 mm. Con la incorporación progresiva de fibras metálicas, se observó una notable reducción en el ancho de fisura: 0.245 mm con 1%, 0.085 mm con 1.5%, 0.030 mm con 2%, y nula fisuración con 2.5%, lo que demuestra una clara mejora en el control de este tipo de daño. Estos resultados son consistentes con los reportados en el estudio [57], en donde utilizaron fibras metálicas recicladas, como el que evaluó alambres N.º 16. En dicho estudio, se evidenció que a mayores dosificaciones (15 y 20 kg/m³) el área de fisuración disminuyó en un 73.5% y 75.6%, respectivamente, en comparación con concreto que contenía fibras de acero comercial. Aunque el enfoque y el tipo de fibra varían, ambos estudios confirman que el refuerzo con fibras metálicas mejora sustancialmente la resistencia del concreto al agrietamiento temprano. Esta comparación refuerza la conclusión de que, independientemente del tipo de fibra metálica utilizada (comercial o reciclada), su incorporación mejora significativamente

el desempeño del concreto frente a la fisuración por retracción plástica, siendo especialmente efectiva a partir de dosificaciones superiores al 1.5%.

- Respecto al objetivo de evaluar la viabilidad económica del uso de fibras de acero entrefilado tipo Sika Fiber CHO 80/60 en pavimentos rígidos, se realizó un análisis comparativo de los costos unitarios del concreto por metro cúbico, considerando distintas dosificaciones. El concreto patrón, sin adición de fibras, presentó un costo base de S/ 535.80 por m³ (100%). Al incorporar 1% de fibras, el costo se incrementó a S/ 795.40, equivalente a un 48.45% más respecto al patrón. Con mayores adiciones el costo aumentó progresivamente: S/ 925.20 (1.5%), con un 72.68% más, S/ 1,055.00 (2%), con 96.90% adicional, y S/ 1,194.70 (2.5%), alcanzando un 122.97% de incremento en comparación con el concreto convencional. Estos resultados muestran que, aunque la adición de fibras metálicas contribuye de manera significativa a la mejora de propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto, también supone un incremento considerable en el costo de producción por metro cúbico. Por tanto, la elección de la dosificación más adecuada debe balancear los beneficios técnicos obtenidos y su impacto económico, especialmente en proyectos de gran escala donde la rentabilidad es un factor decisivo.
- Los resultados evidencian que la dosificación óptima en términos de módulo de elasticidad se alcanza con 1% de fibras, ya que se obtiene un aumento del 3.66% frente al concreto convencional. A partir de 1.5% la ganancia es mínima y, con dosificaciones superiores (2% y 2.5%), se observa una reducción del módulo, lo que indica una pérdida de rigidez. En consecuencia, aunque las fibras aportan beneficios en otras propiedades mecánicas (como resistencia a la fisuración, impacto o durabilidad), su influencia en el módulo de elasticidad es positiva solo hasta cierto límite, siendo recomendable no sobrepasar el 1% si se busca optimizar la rigidez del concreto, la adición de fibras de acero no mejora de manera importante el módulo de elasticidad del concreto. En bajas dosificaciones ($\approx 1\%$) puede mostrar una ligera mejora, pero en mayores proporciones tiende a empeorarlo, porque se pierde uniformidad en la matriz del concreto. **En la tesis desarrollada por Denis Ibrahim Cruzado Tuanama y Doris Angélica Díaz Rodríguez [58]**, titulada “Influencia de la adición de fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento-arena, Iquitos, Perú”, se evaluó el efecto de las fibras de acero en el módulo de elasticidad del concreto. Los autores reportaron que el concreto patrón presentó un valor promedio de 202,058.00 kg/cm². Al adicionar 15

kg/m³ de fibras de acero, el módulo se incrementó a 231,105.00 kg/cm². Sin embargo, con mayores dosificaciones los resultados no mostraron una mejora continua: con 25 kg/m³ alcanzó 217,548.00 kg/cm², y con 35 kg/m³ llegó a 218,900.00 kg/cm². Este contraste permite concluir que, tanto en el estudio de Cruzado y Díaz como en la presente investigación, las fibras de acero tienen un efecto positivo solo en dosificaciones bajas, mejorando ligeramente el módulo de elasticidad. Sin embargo, cuando se incrementa la cantidad de fibras, el efecto tiende a estabilizarse o incluso a reducir la rigidez del concreto, lo que evidencia la necesidad de identificar un rango óptimo de adición.

Conclusiones

1. Se desarrolló un diseño de mezcla con una resistencia característica de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, empleando agregados naturales (arena con módulo de fineza 2.87 y grava de $\frac{1}{2}$ " con módulo de fineza 6.97), cemento Portland tipo MS y una relación agua/cemento de 0.407 (211.86 L de agua por 520.48 kg de cemento). La dosificación patrón por metro cúbico consistió en: Cemento: 520.48 kg; Agua: 211.86 litros; Arena: 650.36 kg; Grava: 1000.68 kg; Fibras de acero: 0 kg (para el concreto patrón, 0% de adición). Esta mezcla base mostró una trabajabilidad adecuada (slump de 3") y cumplió con los requisitos técnicos para el desarrollo de los ensayos mecánicos y de durabilidad. Sirvió como referencia comparativa para evaluar el impacto de la incorporación progresiva de fibras de acero entrefilado en condiciones severas de exposición, como las presentes en zonas costeras.
2. Se evaluaron las propiedades mecánicas del concreto reforzado con diferentes porcentajes de fibra de acero entrefilado tipo Sika Fiber CHO 80/60, encontrando mejoras significativas respecto al concreto patrón. La resistencia a la compresión mostró un incremento máximo del 7.58% con la dosificación del 1%, disminuyendo en dosificaciones mayores. La resistencia a la tracción diametral presentó incrementos progresivos hasta un 30.74% con el 2.5%, evidenciando una mejora en la cohesión interna del material. En cuanto a la resistencia a la flexión, se observó un aumento sustancial de hasta 115.75%, reflejando un incremento notable en la tenacidad y ductilidad del concreto. Además, el ensayo de fisuración por retracción plástica (ASTM C1579) evidenció una reducción progresiva y significativa del ancho de fisuras, llegando a 0.00 mm con el 2.5% de adición, lo que demuestra un excelente desempeño del material frente a fenómenos de agrietamiento superficial temprano. Aunque este ensayo no se planteó inicialmente en los objetivos, su resultado es coherente con el fortalecimiento estructural que ofrecen las fibras. Por tanto, se concluye que la incorporación de fibras metálicas mejora las propiedades resistentes del concreto, especialmente en tracción, flexión y control de fisuras.
3. Los ensayos de durabilidad realizados —permeabilidad (UNE-EN 12390-8), capilaridad (ASTM C1585-04), penetración de iones cloruro (ASTM C1202) y abrasión (ASTM C944)— permitieron evaluar el comportamiento del concreto reforzado en condiciones adversas. Los resultados mostraron que, si bien las fibras metálicas mejoran propiedades mecánicas, su incorporación incrementa progresivamente la

permeabilidad, la absorción capilar y la penetración de cloruros, lo cual puede comprometer la durabilidad frente a agentes externos. En el ensayo de penetración de cloruros, por ejemplo, el concreto pasó de un valor de 1,709.44 coulombs (baja penetrabilidad) a 17,157.19 coulombs (alta penetrabilidad) con el 2.5% de fibras, superando ampliamente los límites de durabilidad establecidos por la norma ASTM C1202. Asimismo, en el ensayo de capilaridad, el índice de absorción aumentó de 1.748 a 1.866, y la profundidad de penetración del agua también creció. Sin embargo, en el ensayo de abrasión, se observó una mejor resistencia al desgaste superficial, reduciendo el desprendimiento de masa de 0.45 g (patrón) a 0.09 g (2.5%), lo que representa una mejora significativa frente al desgaste mecánico por fricción. Concluyendo, con que los resultados muestran que agregar fibras de acero al concreto trae beneficios importantes, como mayor resistencia al desgaste superficial y mejor control de las fisuras. Sin embargo, si no se cuida bien el mezclado y la compactación, el uso excesivo de fibras puede hacer que el concreto sea más poroso y menos resistente al ingreso de agua y sustancias agresivas, afectando su durabilidad a largo plazo.

4. Luego de comparar todos los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia mecánica, durabilidad, control de fisuración, desgaste superficial y rentabilidad, se concluye que la dosificación con 1% de fibras de acero entrefilado representa la opción más equilibrada. Esta proporción ofrece un buen desempeño estructural, controla adecuadamente la fisuración, mantiene una durabilidad aceptable frente a agentes agresivos y presenta un costo razonable en comparación con otras dosificaciones. Por ello, se considera la más recomendable para aplicaciones en pavimentos rígidos expuestos a condiciones severas como las de zonas costeras.
5. El análisis económico evidenció que el costo del concreto por metro cúbico se incrementa progresivamente con la adición de fibras, alcanzando hasta un 122.97% adicional con una dosificación del 2.5%. Si bien las mayores adiciones mejoran notablemente ciertas propiedades técnicas, su elevado costo reduce su factibilidad para proyectos de gran magnitud. En ese contexto, la dosificación del 1% de fibras se presenta como la opción más rentable, ya que proporciona un equilibrio adecuado entre desempeño técnico y costo, con un incremento moderado del 48.45% respecto al concreto convencional. Por ello, se recomienda esta proporción como la más eficiente en términos de relación costo-beneficio, especialmente en obras donde se requiere

optimizar el comportamiento estructural sin afectar de manera significativa el presupuesto.

6. Los resultados evidencian que la dosificación óptima en términos de módulo de elasticidad se alcanza con 1% de fibras, ya que se obtiene un aumento del 3.66% frente al concreto convencional. A partir de 1.5% la ganancia es mínima y, con dosificaciones superiores (2% y 2.5%), se observa una reducción del módulo, lo que indica una pérdida de rigidez. En consecuencia, aunque las fibras aportan beneficios en otras propiedades mecánicas (como resistencia a la fisuración, impacto o durabilidad), su influencia en el módulo de elasticidad es positiva solo hasta cierto límite, siendo recomendable no sobrepasar el 1% si se busca optimizar la rigidez del concreto.

Recomendaciones

- Es importante tener en cuenta estos resultados al momento de diseñar y construir infraestructuras de concreto reforzado con fibras, ya que la cantidad adecuada de fibra puede mejorar significativamente la resistencia del material, mientras que un exceso puede tener efectos negativos. Se recomienda ampliar el estudio con mayores intervalos de dosificación (ej. 0.5%, 0.75%, 1.25%) para determinar con mayor precisión el umbral óptimo de mejora sin afectar durabilidad.
- Se recomienda el uso de un aditivo superplastificante dentro de la mezcla a elaborar con adiciones de la fibra, ya que esta tiende a disminuir la trabajabilidad propia del concreto.
- Parte de la calidad y la durabilidad de este tipo de pavimentaciones están de la mano en de su proceso constructivo, fundamentalmente del control preciso de las dosificaciones del concreto para llegar a garantizar un buen funcionamiento del concreto.
- Se recomienda guardar las bolsas de las fibras de acero en un ambiente controlado en donde no haya presencia de humedad, ya que estas son propensas a oxidarse si no se cuida al material de una forma correcta.

Referencias

- [1] J. A. Flores Rangel, «Infraestructura carretera: construcción, financiamiento y resistencia en México y América Latina,» *Revista Transporte y Territorio*, p. 27, 2015.
- [2] A. Guzmán Boza, «Universidad de Piura,» 05 Diciembre 2015. [En línea]. Available: <https://www.udep.edu.pe/hoy/2015/12/la-red-vial-es-imprescindible-para-el-desarrollo-y-crecimiento-de-un-pais/>.
- [3] L. Valdivia, «Idocpub,» Diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://idoc.pub/documents/usos-y-aplicacion-del-concreto-qn85g36de2n1>.
- [4] «Peru Construye,» Marzo 2018. [En línea]. Available: <http://www.peruconstruye.net/wp-content/uploads/2018/03/PAVIMENTOS-R%C3%8DGIDOS-Y-FLEXIBLES-1.pdf>.
- [5] «Peru Cámaras,» 11 Noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.perucamaras.org.pe/nt511.html>.
- [6] Ministerio de Transportes, «Sistema Nacional de Carreteras del Perú,» 2012.
- [7] A. Parera, «Pavimentos Flexibles y Pavimentos Rígidos,» 2022.
- [8] Pacasmayo, «Pavimentos Rígidos,» 2022.
- [9] Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, AC, «Pavimentos de concreto Hidráulico,» Gerencia Técnica IMCYC, 2009.
- [10] Carreteras Pan-Americanas, «Latinoamérica avanza en pavimentos de hormigón sustentables,» 9 Noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.carreteras-pa.com/reportajes/latinoamerica-avanza-en-pavimentos-de-hormigon-sustentables/>.
- [11] G. García, «Economía Revista de Actualidad, Gestión y Turismo,» 29 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://www.revistaeconomia.com/carreteras-en-el-peru-que-debemos-tener-en-cuenta-para-su-mantenimiento-y-conservacion-2/>.
- [12] BBC Mundo, «BBC News Mundo,» 14 Marzo 2017. [En línea]. Available: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-39259721>.
- [13] K. E. Jimenez Vasquez y H. Lozano Valle, «Análisis de la Influencia de Sulfatos y Cloruros en el deterioro de Estructuras en concreto en zonas Costeras del Atlántico Colombiano,» Bogotá, 2018.

- [14] C. Garcia Ccallocundo, «Noticreto Asocem,» [En línea]. Available: <http://www.asocem.org.pe/archivo/files/Noticreto%2001%20-%20Art.Pavimentos%20Carolina.pdf>.
- [15] M. Becerra Salas, «COMPARACIÓN TÉCNICOECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN FLEXIBLE Y RÍGIDA A NIVEL DE COSTO DE INVERSIÓN,» Lima, 2013.
- [16] K. Esperanza, «Centro Urbano,» 11 Julio 2018. [En línea]. Available: <https://centrourbano.com/construccion/constructor-genera-50-contaminantes/>.
- [17] J. Flores, «Gob.pe,» 8 Agosto 2020. [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/igp/noticias/112070-que-es-una-isla-de-calor-urbana>.
- [18] A. Martins, «BBC News Mundo,» 5 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-48531389>.
- [19] K. Howard , «INICIATIVA POR LA SOSTENIBILIDAD DEL CEMENTO CONSEJO MUNDIAL EMPRESARIAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE,» Julio 2009. [En línea]. Available: https://ficem.org/publicaciones-CSI/DOCUMENTO-CSI-RECICLAJE-DEL-CONCRETO/RECICLAJE-D-CONCRETO_1.pdf.
- [20] G. A. Torres Ruiz, «Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas de la mezcla de concreto reforzado con Fibras de Acero DRAMIX 3D en estructura de Pavimento Rígido,» Villavicencio, 2021.
- [21] N. A. Campoy Bencomo, O. Chávez Alegria, E. Rojas Gonzáles, J. R. Gaxiola Camacho, J. R. Millán Almaraz y D. De la Rosa Hernández, «Análisis esfuerzo-deformacion de concreto reforzado con fibras metálicas y polímeros,» *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, vol. 22, nº 1, p. 11, 2021.
- [22] F. Sandoval Siesquen y P. S. Muñoz Perez, «Efcetos de la Incorporación de fibras de acero con aditivo plastificante en el Hormigón,» *Revista Facultad de Ingenieria Universidad de Antioquía*, nº 115, p. 11, 2024.
- [23] H. Y. Espinoza Mendoza y O. C. Espinoza Mendoza, «Propuesta de un Pavimento Rígido ultra delgado con fibras de polipropileno y fibras metálicas en Quillo - Ancash,» Chimbote, 2021.
- [24] M. Pucllas Gutierrez, «Influencia de la Adición de fibra de Acero en las propiedades Físicas y Mécanicas del concreto,» Lima, 2021.

- [25] P. Salazar, P. Román, P. Castro y Y. J. Antonio, «Influencia del porcentaje de fibra de acero corta para la resistencia a la compresión de un concreto para fines de pavimentación,» Huaraz, 2021.
- [26] R. D. Bermúdez Chacón y M. P. Vásquez Castillo, «Efecto de la fibra de acero en las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ aplicado en un pavimento rígido,» Trujillo, 2020.
- [27] Y. M. Lopez Asencios, «Adición de fibras recicladas de polipropileno y acero para evaluar las propiedades del concreto hidráulico de un pavimento rígido, Lima 2022,» Lima, 2022.
- [28] M. Inga Campos y D. Santamaria Albuja, «Estudio de las Propiedades Mecánicas del Concreto Autocompactante Reforzado con Fibras de Acero Trefilado,» Chiclayo, 2023.
- [29] J. Espinoza Skinfield, Pavimentos, Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón, 2014, p. 644.
- [30] A. Montejo Fonseca, Ingeniería en Pavimentos, Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2002.
- [31] O. Javier Silva, «Argos 360,» 15 Marzo 2016. [En línea]. Available: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/las-fibras-en-el-concreto/>.
- [32] Sika, «Concreto Reforzado con Fibras,» 1 Agosto 2011. [En línea]. Available: https://per.sika.com/dms/getdocument.get/743731e6-f615-3cf1-96f6-f2ebfac98803/Concreto%20Reforzado%20con%20Fibras_Brochure.pdf.
- [33] Sika® Fiber Cho 80/60 NB, «Sika,» Diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://per.sika.com/es/construccion/aditivos-concreto/aditivos-concreto-premezclado/fibras-concreto/sikafiber-cho-8060nb.html>. [Último acceso: 19 Octubre 2022].
- [34] Instituto Nacional de Calidad - INACAL, «Instituto Nacional de Calidad - INACAL - NTP 339.185,» 15 Noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.udocz.com/apuntes/26453/ntp-agregados-metodo-contenido-de-humedad-total-evaporable-de-agregados-por-secado>. [Último acceso: 19 Octubre 2022].
- [35] Instituto Nacional de Calidad - INACAL, «Instituto Nacional de Calidad - INACAL - NTP 400.012,» 15 Noviembre 2021. [En línea]. Available:

- https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=9222. [Último acceso: 19 Octubre 2022].
- [36] Instituto Nacional de Calidad - INACAL, «Instituto Nacional de Calidad - INACAL - 400.017,» 15 Noviembre 2011. [En línea]. Available: https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=9219. [Último acceso: 19 Octubre 2022].
- [37] Instituto Nacional de Calidad - INACAL, «Instituto Nacional de Calidad - INACAL - 400.022,» 01 enero 1900. [En línea]. Available: https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=8600. [Último acceso: 20 Octubre 2022].
- [38] Instituto Nacional de Calidad - INACAL, «Instituto Nacional de Calidad - INACAL - 400.021,» 01 Enero 1900. [En línea]. Available: https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=8601. [Último acceso: 24 Octubre 2022].
- [39] Instituto Nacional de Calidad - INACAL, «Instituto Nacional de Calidad - INACAL - NTP 339.035,» 24 Marzo 2022. [En línea]. Available: https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=9473. [Último acceso: 25 Octubre 2022].
- [40] Instituto Nacional de Calidad - INACAL, «Instituto Nacional de Calidad - INACAL - 339.183,» 15 Noviembre 2021. [En línea]. Available: https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=9217. [Último acceso: 24 Octubre 2022].
- [41] Instituto Nacional de Calidad - INACAL, «Instituto Nacional de Calidad - INACAL - NTP 339.034,» 15 Noviembre 2021. [En línea]. Available: https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=9214. [Último acceso: 25 Octubre 2022].
- [42] Instituto Nacional de Calidad - INACAL, «Instituto Nacional de Calidad - INACAL - NTP 339.078,» 24 Marzo 2022. [En línea]. Available: https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=9474. [Último acceso: 24 Octubre 2022].
- [43] Instituto Nacional de Calidad - INACAL, «Instituto Nacional de Calidad - INACAL - NTP 339.084,» 18 Diciembre 2017. [En línea]. Available:

- https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=6225. [Último acceso: 24 Octubre 2022].
- [44] American Society for Testing and Materials - ASTM, «American Society for Testing and Materials - ASTM - C1202,» 27 Junio 2022. [En línea]. Available: <https://www.astm.org/standards/c1202>. [Último acceso: 13 Noviembre 2022].
- [45] BS EN 12390-8:2019, «EUROPEAN STANDARDS,» 22 Julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.en-standard.eu/bs-en-12390-8-2019-testing-hardened-concrete-depth-of-penetration-of-water-under-pressure/>. [Último acceso: 14 Noviembre 2022].
- [46] American Society for Testing and Materials - ASTM, «American Society for Testing and Materials - ASTM C 1585- 04,» 1 Febrero 2004. [En línea]. Available: <https://standards.globalspec.com/std/3816357/ASTM%20C1585-04>. [Último acceso: 14 Noviembre 2022].
- [47] ASTM - Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method, «ASTM,» 16 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://www.astm.org/standards/c944>. [Último acceso: 29 Mayo 2023].
- [48] R. Hernandez Sampieri, Metodología de la Investigación Científica, vol. 6, Mc Graw Hill Education, 2014, p. 634.
- [49] D. Pérez Cotrina, «Estudio de calidad de suelos con fines de cimentación - Asociación Pro - Vivienda El Eden II - Pimentel,» Pimentel, 2017.
- [50] G. A. Caceres Salamanca, Y. A. Membreño Castillo y J. R. Villatoro Bolainez, «Inclusión de Fibras Metálicas en Pavimentos Rígidos,» El Salvador, 2017.
- [51] C. A. Jimenez Ñique , «Evaluación de las fibras de acero Dramix 5D en un concreto de $f'c=280$ kg/cm² para su uso en pavimento rígido,» Chiclayo, 2025.
- [52] F. E. Sandoval Siesquen, «EFECTOS DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADITIVO PLASTIFICANTE, LAMBAYEQUE 2020,» Chiclayo, 2022.
- [53] M. E. Cusquisiván Chilón y J. P. Sáenz Correa, «Comparación de la resistencia a la Flexión que alcanza el concreto reforzado con fibras de acero con respecto al concreto tradicional para Pavimentos Rígidos, 2016,» Cajamarca, 2016.
- [54] A. Y. Antón Pereyra, «Influencia de las fibras de acero en el concreto para pavimentos rígidos, Lima 2018,» Lima, 2018.

- [55] J. A. Coronel Díaz, «Influencia de las fibras de acero trefilado de alta calidad en las propiedades del concreto permeable para pavimentos rígidos,» Piura, 2023.
- [56] «Capillary Water Absorption Characteristics of Steel Fiber-Reinforced Concrete,» *Buildings*, vol. 15, n° 9, p. 21, 2025.
- [57] J. O. Campos Berru , «Control de fisuras por retracción plástica en pavimento rígido con adiciones de fibra de alambre reciclado N°16,» Chiclayo, 2024.
- [58] Denis Ibrahim Cruzado Tuanama y Doris Angélica Díaz Rodríguez, «Influencia de la adición de fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento-arena, Iquitos, Perú,» Iquitos, 2022.
- [59] K. E. Caballero M., «Propiedades Mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas,» 2017.
- [60] J. K. Wight y B. G. Rabbat, «Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19),» 03 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://aportesingecivil.com/aci-318-19-requisitos-de-reglamento-para-concreto-estructural/>.
- [61] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «Norma Técnica de Edificación E0.60 Concreto Armado,» 08 Mayo 2009. [En línea]. Available: http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf.
- [62] J. Oré Torre, «Sencico,» Octubre 2014. [En línea]. Available: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-tecnologica-del-peru/carreteras/manual-concreto-sencico-ok/10687324>.

Anexos



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaFiber® CHO 80/60 NB

FIBRA DE ACERO PARA REFUERZO DEL CONCRETO EN LOSAS Y CONCRETO PRE-FABRICADO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Fiber CHO 80/60 NB son fibras de acero trefilado de alta calidad para reforzamiento del concreto usado en losas de concreto tradicional e industriales y elementos de concreto pre-fabricado, especialmente encoladas (pegadas) para facilitar la homogenización en el concreto durante el mezclado, evitando la aglomeración de las fibras individuales, permite un alto rendimiento con menor cantidad de fibra.

USOS

Sika Fiber CHO 80/60 NB, otorga una alta capacidad de soporte al concreto en un amplio rango de aplicaciones; dándole ductilidad y aumentando la tenacidad del concreto.

En elementos de concretos pre-fabricados reforzados; en losas de pisos industriales (trafico alto, medio y ligero) en losas y cimientos de concreto para reemplazar el refuerzo secundario (malla de temperatura), en puertos, aeropuertos, fundaciones para equipos con vibración, reservorios, tanques, etc.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Incrementa la resistencia del concreto al impacto, fatiga y a la fisuración.
- Incrementar la ductilidad y absorción de energía (resistencia a la tensión).
- No afecta los tiempos de fraguado.
- Su condición de encolada (pegada) asegura una distribución uniforme en el concreto y shotcrete vía húmeda.
- Relación longitud / diámetro igual a 80 para un máximo rendimiento.
- Extremos conformados para obtener máximo anclaje mecánico en el concreto.

CERTIFICADOS / NORMAS

Sika® Fiber CHO 80/60 NB cumple con las normas ASTM A 820 "Steel Fibers for Reinforced Concrete" Tipo I y DIN 17140-D9 para acero de bajo contenido de carbono.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	Sacos de papel x 20 kg.
Vida Útil	Indefinido
Condiciones de Almacenamiento	Los sacos de Sika® Fiber CHO 80/60 NB pueden almacenarse por tiempo indefinido protegido de la humedad.
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud: 60 mm con extremos conformados • Diámetro: 0.75 mm • Relación longitud/diámetro: 80

INFORMACIÓN TÉCNICA

Absorción de Agua	Cero
Resistencia a la Tensión	1200 MPa min.
Elongación de Rotura	4% max.

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Dosificación Recomendada

Normalmente entre 10 y 45 kg de Sika® Fiber CHO 80/60 NB por m³ de concreto. Se recomienda realizar ensayos previos para determinar la cantidad exacta de fibra de acero a utilizar de acuerdo a los índices de tenacidad ó energía absorbida especificada del concreto.

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

DOSIFICACIÓN

Sika® Fiber CHO 80/60 NB se puede agregar en la tolva de pesado de la dosificadora de concreto, en la correa de alimentación, en camión mixer y mezcladora de concreto como a continuación se indica en cada caso:

- En la tolva de pesado de la dosificadora, abra las bolsas y vacíe las fibras directamente entre los áridos; no agregue las bolsas sin abrir porque pueden bloquear las compuertas de descarga. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso.
- En la correa de alimentación, si hay acceso, las fibras pueden adicionarse durante o después de agregar los áridos. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso.
- En el camión mixer, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras mientras el mixer de concreto está rotando a alta velocidad (12 rpm o más). Vaciar un máximo de 60 kg de fibras por minuto. Una vez terminado el vaciado de las fibras, mezclar 5 minutos adicionales y chequear visualmente su distribución; mezclar 30 segundos adicionales si la distribución no es uniforme.
- En la mezcladora de concreto, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras y mezclar por 30 segundos por cada pie cúbico a menos que se observe una distribución homogénea en menor tiempo.

LIMITACIONES

No agregue Sika® Fiber CHO 80/60 NB al mezclador antes de los áridos.
Las bolsas con papel hidrosolubles pueden agregarse directamente al concreto.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

REGULACIÓN (EC) Nº 1907/2006 - REACH

DIRECTIVA 2004/42/CE - LIMITACIÓN DE LAS EMISIONES DE VOC

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

Hoja De Datos Del Producto
SikaFiber® CHO 80/60 NB
Diciembre 2019, Versión 01.01
021408011000000008

2 / 2

SikaFiberCHO8060NB-es-PE-(12-2019)-1-1.pdf

CONSTRUYENDO CONFIANZA



Figura 133: Ficha Técnica Sika Fiber CHO 80/60 NB. Fuente: Sika.



DESCRIPCIÓN

Cemento Tipo MS (MH). Cemento Hidráulico de moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación.

Usos

- Ideal para suelos con presencia moderada de sulfatos.
- Ideal para obras que requieren moderado calor de hidratación.
- Ideal para obras cercanas a grandes fuentes de agua (mar, lagos, ríos, etc.)

ATRIBUTOS

Durabilidad

Diseño premium con adiciones minerales activas que garantizan un excelente desarrollo de resistencias a la compresión y una máxima protección contra los agentes agresivos del entorno.

Moderado calor de hidratación

Favorable para ser utilizado en climas cálidos o despachos masivos de concreto pre mezclado. En condiciones adecuadas de curado reduce el riesgo de fisuras y grietas.

Baja permeabilidad en el concreto

Debido al diseño, en el contenido de adiciones, contribuye a la disminución de la permeabilidad del concreto garantizando la protección de las estructuras de hierro en obra.

PRESENTACIONES



*En cumplimiento de la Norma Metroológica Peruana (NMP 002:2018)

RECOMENDACIONES DE USO



Utilizar agregados y materiales de buena calidad.

A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

DOSIFICACIONES RECOMENDADAS

- Las proporciones de los materiales están sujetas a la calidad de los agregados de la zona, y a la ejecución de un diseño de mezclas por un experto, pero es aceptado que con materiales aprobados para construcción se usen las siguientes proporciones.

Aplicación	Resistencia (F _c)	Cemento	Arena limpia	Piedra de tamaño máximo 19 mm	Agua
Losas aligeradas, placas y otros	175	1	2	3	0.5 (*)
Vigas y columnas	210	1	2	2	0.5 (*)

(*) El agua debe ser la suficiente para lograr una consistencia trabajable (slump de 5 a 6 pulgadas), la mezcla no debe estar muy aguada, debe poder levantarse con un badilejo sin escurrirse rápidamente.

- Para otro tipo de concreto se requiere un diseño de mezclas específico, si se usan aditivos el agua debe reducirse.
- Usar un único recipiente de medida.

RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO

- 1 Los primeros cementos que entren, deben ser los primeros en salir.
- 2 Las bolsas de cemento deben almacenarse a una distancia de 15 cms como mínimo de las paredes del almacén y 60 cms de otras pilas.
- 3 Cubrir con una capa impermeable para evitar la humedad.
- 4 Reducir tiempo de almacenamiento cuando las temperaturas sean menores a 10°C.
- 5 Revisar la bolsa de cemento antes de usarla para verificar si es que tiene grumos. En caso tenga grumos, antes de su uso tamizar la bolsa.
- 6 Colocar parihuelas de madera para evitar la humedad del suelo.
- 7 Evitar la circulación del aire entre bolsas en el apilado.



Pacasmayo

Para más información ingresa a:
www.cementospacasmayo.com.pe
 O escanea el código QR:



Figura 134: Ficha técnica Cemento Pacasmayo (MS). Fuente: Pacasmayo.

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME N°

LEM USAT 053-2023

FECHA:

10 de Junio 2023

Validación de Ensayos de Laboratorio

ESTUDIANTE: Lisbeth Katy Rodríguez Santa Cruz

TITULO DE LA TESIS: Evaluación de las propiedades Mecánicas y Durabilidad del Concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras.

El que suscribe, responsable del laboratorio de ingeniería Civil ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizado por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

Propiedades físicas del Agregado Fino

- Granulometría
- Peso unitario
- Contenido de humedad
- Peso específico y absorción
- Porcentaje de finos – malla N°200
- Absorción

Propiedades Mecánicas

- *Ensayo de Resistencia a la Compresión*
- *Ensayo de Resistencia a la Flexión*
- *Ensayo de Resistencia a la Tracción Diametral*

Propiedades de Durabilidad

- *Ensayo de Abrasión al concreto*
- *Ensayo de Permeabilidad*
- *Ensayo de Ion Cloruros*
- *Ensayo de Capilaridad*

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.



Henry Rvadeneyra Oblitas
 Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental



Aplicación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20400701334
Email: lemswcent@gmail.com

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Chiclayo, 09 de junio del 2023

Quien suscribe:

Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar

Representante Legal – LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado "Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras".

Por el presente, el que suscribe, Wilson Arturo Olaya Aguilar representante legal de la empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. AUTORIZO a la estudiante Lisbeth Katy Rodriguez Santa Cruz identificado con DNI N° 77379651 estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Ambiental de la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO y autor del trabajo de investigación denominado "Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras" para el uso de laboratorio técnico y formatos de procesamiento de datos y cálculo para obtención de resultados de control de calidad en efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Ensayos realizados:

- Ensayo de permeabilidad de agua bajo presión- UNE-EN12390-8 (10)
- Método de prueba para determinar la velocidad de absorción de los concretos de cemento hidráulico - ASTM C-1585 (10)
- Método de prueba para determinar la resistencia del concreto a la Penetración del ión cloruro - ASTM C-1202-17 (5)
- Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio - ASTM C944-12 (10)

Atentamente



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Chiclayo, 10 junio del 2023

Quien suscribe:

REPRESENTANTE LEGAL.

GASTELO CHIRINOS GERMAN OSCAR-GERENTE GENERAL.
CAL.JOSE GALVEZ N° 120 – CHICLAYO – LAMBAYEQUE

ASUNTO: Realización de ensayos en el laboratorio, FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C

Tengo el agrado de dirigirme a la escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la **UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**, para informar que el tesista LISBETH KATY RODRIGUEZ SANTA CRUZ con código universitario 151cv55707, identificado con número de DNI: 77379651, y con nombre del proyecto de investigación "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO EN ZONAS COSTERAS", ha realizado estudios de laboratorio, Ensayos de agregados, Ensayo de compresión de testigos (90), Ensayo de flexión (30), Ensayo de tracción (30), en mi empresa mencionada en los párrafos anteriores, representada con RUC **20561114502** bajo la supervisión del técnico encargado del laboratorio.

Agradeciendo la atención al presente, aprovechando la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi especial consideración y estima.
Atentamente.



FERMATI CONSTRUCTORA Y
SERVICIOS GENERALES SAC
German Gastelo Chirinos
GERENTE GENERAL



INFORME DE ENSAYO N° 3955

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 1950 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C.
 Tesista : LISBETH KATY RODRÍGUEZ SANTA CRUZ
 Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
 ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO EN ZONAS COSTERAS"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Julio del 2022

ENSAYO : Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 339.185 - 2002

Muestra : Agregado Fino
 Cantera : La Victoria - Pátapo

Número de determinación		1
Código de tara		T-1
Peso muestra húmeda + peso de tara	g.	589.6
Peso muestra seca + peso de tara	g.	584.8
Peso de agua	g.	4.8
Peso de tara	g.	85.2
Peso neto muestra seca	g.	499.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.96

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
 Tec. Laboratorio




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 Ing. Civil - Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 3955

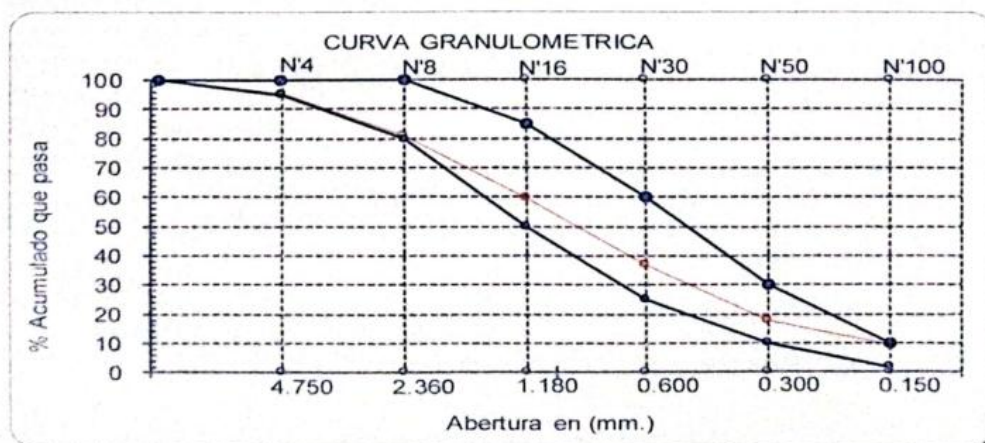
(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 1950 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : LISBETH KATY RODRÍGUEZ SANTA CRUZ
 Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
 ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO EN ZONAS COSTERAS"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Julio del 2022

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino
 Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Muestra : Agregado Fino
 Cantera : La Victoria - Pátapo

Malla		(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Que Pasa		
1/2"	12.700	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.750	4.6	4.6	95.4	95	100
N° 08	2.360	14.4	19.0	81.0	80	100
N° 16	1.180	21.3	40.3	59.7	50	85
N° 30	0.600	22.8	63.1	36.9	25	60
N° 50	0.300	19.3	82.3	17.7	10	30
N° 100	0.150	8.2	90.6	9.4	2	10
Fondo		9.4	100.0	0.0		
Módulo de Fineza			2.999			
Abertura de malla de referencia			9.500			



OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 Tec. Laboratorio




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 Ing. Civil - Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 3955

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 1950 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C.
 Tesista : LISBETH KATY RODRÍGUEZ SANTA CRUZ
 Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
 ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO EN ZONAS COSTERAS"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Julio del 2022

ENSAYO : AGREGADO. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado
 REFERENCIA : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra : Agregado Fino
 Cantera : La Victoria - Pátapo

PESO UNITARIO SUELTO

Molde de ensayo		
Número de determinación		A
Peso de molde de ensayo vacío + peso muestra contenida	g.	12714.5
Peso de molde de ensayo vacío	g.	9417
Peso neto muestra contenida	g.	3297.5
Volumen del molde de ensayo	m ³	0.00212
Peso unitario suelto húmedo	kg/m ³	1553
Peso unitario suelto seco	kg/m ³	1538

PESO UNITARIO COMPACTADO

Molde de ensayo		
Número de determinación		A
Peso de molde de ensayo vacío + peso muestra húmeda	g.	13221
Peso de molde de ensayo vacío	g.	9417
Peso neto muestra contenida	g.	3804
Volumen del molde de ensayo	m ³	0.00212
Peso unitario compactado húmedo	kg/m ³	1792
Peso unitario compactado seco	kg/m ³	1775

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 Tec. Laboratorio




 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 Ing. Civil - Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 3955

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 1950 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : LISBETH KATY RODRÍGUEZ SANTA CRUZ
 Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
 ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO EN ZONAS COSTERAS"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Julio del 2022

ENSAYO AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.
 REFERENCIA : NTP 400.022

Muestra : Agregado Fino
 Cantera : La Victoria - Pátapo

A.- Datos de la arena

1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.	g	500.0
2.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso frasco + Peso del agua.	g	989.5
3.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso del frasco.	g	681.1
4.- Peso del Agua.	g	308.4
5.- Peso del Frasco	g	181.1
6.- Peso de la Muest. secada ahorno + Peso del frasco.	g	676.1
7.- Peso de la Muest. seca en el horno.	g	495.0
8.- Volumen del frasco.	cm ³	500.0

B.- Resultados


A.- PESO ESPECIFICO DE LA ARENA.	g/cm ³	2.584
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S	g/cm ³	2.610
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	g/cm ³	2.653
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.01

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
 Tec. Laboratorio

Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 Ing. Civil - Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 3955

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 1950 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : LISBETH KATY RODRÍGUEZ SANTA CRUZ
 Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
 ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO EN ZONAS COSTERAS"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Julio del 2022

ENSAYO : Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 339.185 - 2002


Muestra : Agregado Grueso
 Cantera : Tres Tomas - Ferreñafe

Número de determinación		1
Código de tara		T-1
Peso muestra húmeda + peso de tara	g.	590.2
Peso muestra seca + peso de tara	g.	587.9
Peso de agua	g.	2.3
Peso de tara	g.	108.2
Peso neto muestra seca	g.	479.7
CONTENIDO DE HUMEDAD		% 0.48

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 Tec. Laboratorio


 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 Ing. Civil - Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 3955

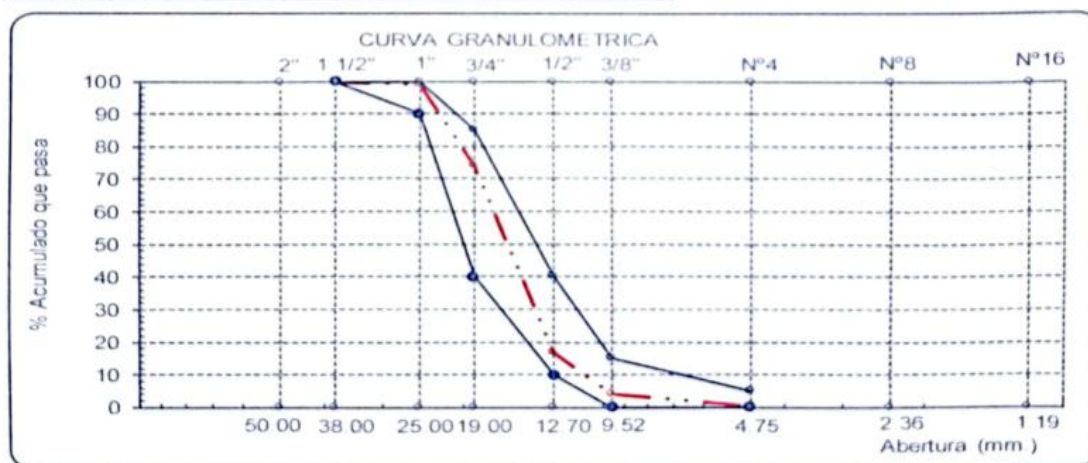
(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 1950 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : LISBETH KATY RODRÍGUEZ SANTA CRUZ
 Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
 ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO EN ZONAS COSTERAS"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Julio del 2022

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso
 Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Muestra : Agregado Grueso
 Cantera : Tres Tomas - Ferreñafe
 Huso : 56

Malla	Pulg.	(mm.)	Ret.		(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones	
			(%) Ret.	(%) Acum. Ret.			
2"		50.00	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"		38.00	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"		25.00	1.0	1.0	99.0	90.0	100.0
3/4"		19.00	25.0	25.9	74.1	40.0	85.0
1/2"		12.70	57.3	83.3	16.7	10.0	40.0
3/8"		9.52	12.5	95.8	4.2	0.0	15.0
N° 04		4.75	3.9	99.7	0.3	0.0	5.0
N° 08		2.36	0.0	99.8	0.2		
N° 16		1.19	0.0	99.8	0.2		
Fondo			0.2	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			3/4"	25.00			
Tamaño Maximo Nominal			1/2"	19.00			



OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- *- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 Tec. Laboratorio




 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 Ing. Civil - Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 3955

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 1950 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : LISBETH KATY RODRÍGUEZ SANTA CRUZ
 Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
 ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO EN ZONAS COSTERAS"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Julio del 2022

ENSAYO : AGREGADO. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado
 REFERENCIA : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra : Agregado Grueso
 Cantera : Tres Tomas - Ferreñafe

PESO UNITARIO SUELTO

Molde de ensayo		
Número de determinación		A
Peso de molde de ensayo vacío + peso muestra contenida	g.	16833.0
Peso de molde de ensayo vacío	g.	9417
Peso neto muestra contenida	g.	7416.0
Volumen del molde de ensayo	m ³	0.00544
Peso unitario suelto húmedo	kg/m ³	1362
Peso unitario suelto seco	kg/m ³	1356

PESO UNITARIO COMPACTADO

Molde de ensayo		
Número de determinación		A
Peso de molde de ensayo vacío + peso muestra húmeda	g.	17930.5
Peso de molde de ensayo vacío	g.	9417
Peso neto muestra contenida	g.	8513.5
Volumen del molde de ensayo	m ³	0.00544
Peso unitario compactado húmedo	kg/m ³	1564
Peso unitario compactado seco	kg/m ³	1556

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 Tec. Laboratorio




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 Ing. Civil - Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 3955

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 1950 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : LISBETH KATY RODRÍGUEZ SANTA CRUZ
 Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
 ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO EN ZONAS COSTERAS"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 26 de Julio del 2022

ENSAYO : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.
 REFERENCIA : NTP 400.022

Muestra : Agregado Grueso
Cantera : Tres Tomas - Ferreñafe

A.- Datos de la Grava

1.- Peso de la muestra seca al horno	g	859
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	g	869
3.- peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	g	1284
4.- Peso de la canastilla	g	732
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	g	552

B.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA.	g/cm ³	2.710
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S.	g/cm ³	2.741
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	g/cm ³	2.798
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	%	1.16

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
 Tec. Laboratorio




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 Ing. Civil - Reg. CIP. 123351



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista :Lisbeth Katy Rodríguez Santa Cruz
 Escuela :Escuela de Ingeniería Civil y Ambiental
 Tesis :Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras
 Lugar :Dis. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión :Chiclayo, 26 de julio del 2022

Código :N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	06/08/2022	1	71
02	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	06/08/2022	1	101
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	06/08/2022	1	84
04	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	08/08/2022	3	159
05	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	08/08/2022	3	168
06	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	08/08/2022	3	179
07	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	12//08/2022	7	296
08	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	12//08/2022	7	265
09	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	12//08/2022	7	280
10	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	19/08/2022	14	317
11	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	19/08/2022	14	306
12	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	19/08/2022	17	300
13	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	26/08/2022	21	313
14	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	26/08/2022	21	330
15	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	26/08/2022	21	321
16	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	02/09/2022	28	332
17	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	02/09/2022	28	320
18	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	02/09/2022	28	338

OBSERVACIONES:

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización. escrita del laboratorio





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista :Lisbeth Katy Rodriguez Santa Cruz
 Escuela :Escuela de Ingeniería Civil y Ambiental
 Tesis :Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras
 Lugar :Dis.Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión :Chiclayo, 26 de julio del 2022

Código :N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la comprensión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f _c
					kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	16/08/2022	1	124
02	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	16/08/2022	1	115
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	16/08/2022	1	119
04	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	18/08/2022	3	247
05	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	18/08/2022	3	244
06	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	18/08/2022	3	223
07	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	22/08/2022	7	298
08	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	22/08/2022	7	308
09	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	22/08/2022	7	293
10	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	29/08/2022	14	322
11	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	29/08/2022	14	331
12	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	29/08/2022	17	321
13	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	05/09/2022	21	353
14	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	05/09/2022	21	343
15	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	05/09/2022	21	336
16	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	12/09/2022	28	382
17	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	12/09/2022	28	320
18	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	12/09/2022	28	363

OBSERVACIONES:

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización, escrita del laboratorio





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista :Lisbeth Katy Rodriguez Santa Cruz
 Escuela :Escuela de Ingeniería Civil y Ambiental
 Tesis :Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras
 Lugar :Dis.Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión :Chiclayo, 26 de julio del 2022

Código :N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la comprensión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f'c kg/cm2
01	CONCRETO 280 kg/cm2 + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	09/10/2022	1	96
02	CONCRETO 280 kg/cm2 + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	09/10/2022	1	101
03	CONCRETO 280 kg/cm2 + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	09/10/2022	1	97
04	CONCRETO 280 kg/cm2 + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	11/10/2022	3	183
05	CONCRETO 280 kg/cm2 + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	11/10/2022	3	217
06	CONCRETO 280 kg/cm2 + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	11/10/2022	3	215
07	CONCRETO 280 kg/cm2 + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	15/10/2022	7	244
08	CONCRETO 280 kg/cm2 + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	15/10/2022	7	256
09	CONCRETO 280 kg/cm2 + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	15/10/2022	7	257
10	CONCRETO 280 kg/cm2 + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	22/10/2022	14	306
11	CONCRETO 280 kg/cm2 + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	22/10/2022	14	295
12	CONCRETO 280 kg/cm2 + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	22/10/2022	17	299
13	CONCRETO 280 kg/cm2 + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	29/10/2022	21	318
14	CONCRETO 280 kg/cm2 + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	29/10/2022	21	317
15	CONCRETO 280 kg/cm2 + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	29/10/2022	21	318
16	CONCRETO 280 kg/cm2 + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	05/11/2022	28	330
17	CONCRETO 280 kg/cm2 + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	05/11/2022	28	340
18	CONCRETO 280 kg/cm2 + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	05/11/2022	28	337

OBSERVACIONES:

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización. escrita del laboratorio





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista :Lisbeth Katy Rodríguez Santa Cruz
 Escuela :Escuela de Ingeniería Civil y Ambiental
 Tesis :Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras
 Lugar :Dis.Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión :Chiclayo, 26 de julio del 2022

Código :N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	09/10/2022	1	109
02	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	09/10/2022	1	101
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	09/10/2022	1	97
04	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	11/10/2022	3	160
05	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	11/10/2022	3	158
06	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	11/10/2022	3	163
07	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	15/10/2022	7	211
08	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	15/10/2022	7	213
09	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	15/10/2022	7	220
10	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	22/10/2022	14	262
11	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	22/10/2022	14	268
12	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	22/10/2022	17	277
13	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	29/10/2022	21	290
14	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	29/10/2022	21	278
15	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	29/10/2022	21	293
16	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	05/11/2022	28	318
17	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	05/11/2022	28	289
18	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	08/10/2022	05/11/2022	28	308

OBSERVACIONES:

-Muestreo realizados por el solicitante.

-El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización. escrita del laboratorio





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista :Lisbeth Katy Rodriguez Santa Cruz
 Escuela :Escuela de Ingeniería Civil y Ambiental
 Tesis :Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras
 Lugar :Dis.Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión :Chiclayo, 26 de julio del 2022

Código :N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la comprensión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	14/10/2022	15/10/2022	1	71
02	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	14/10/2022	15/10/2022	1	101
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	14/10/2022	15/10/2022	1	97
04	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	14/10/2022	17/10/2022	3	158
05	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	14/10/2022	17/10/2022	3	167
06	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	14/10/2022	17/10/2022	3	128
07	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	14/10/2022	21/10/2022	7	224
08	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	14/10/2022	21/10/2022	7	226
09	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	14/10/2022	21/10/2022	7	228
10	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	14/10/2022	28/10/2022	14	259
11	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	14/10/2022	28/10/2022	14	248
12	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	14/10/2022	28/10/2022	17	269
13	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	14/10/2022	04/11/2022	21	294
14	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	14/10/2022	04/11/2022	21	270
15	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	14/10/2022	04/11/2022	21	309
16	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	14/10/2022	11/11/2022	28	313
17	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	14/10/2022	11/11/2022	28	303
18	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	14/10/2022	11/11/2022	28	313

OBSERVACIONES:

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización. escrita del laboratorio





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista :Lisbeth Katy Rodriguez Santa Cruz
 Escuela :Escuela de Ingenieria Civil y Ambiental
 Tesis :Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas
 Lugar :Dis.Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de en :Chiclayo, 14 de Novimienbre del 2022

Código :N.T.P. 339.078

Título :Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (kg/cm ²)	Módulo de Rotura Promedio (kg/cm ²)
01	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKAFIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	19/08/2022	24369.401	14	3.2	33.13	33.13
02	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKAFIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	19/08/2022	24369.401	14	3.2	32.4	
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKAFIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	19/08/2022	24369.401	14	3.3	33.87	
04	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKAFIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	02/09/2022	24369.401	28	4.2	43.07	41.6
05	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKAFIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	02/09/2022	24369.401	28	3.7	37.73	
06	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKAFIBER CHO 80/60 NB	05/08/2022	02/09/2022	24369.401	28	4.3	44	





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista :Lisbeth Katy Rodriguez Santa Cruz
 Escuela :Escuela de Ingeniería Civil y Ambiental
 Tesis :Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas
 Lugar :Dis.Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de en :Chiclayo, 14 de Noviembre del 2022

Código :N.T.P. 339.078

Título :Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (kg/cm ²)	Módulo de Rotura Promedio (kg/cm ²)
01	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	29/08/2022	24712.632	14	3.3	33.6	35.2
02	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	29/08/2022	27458.48	14	3.7	37.33	
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	29/08/2022	25497.16	14	3.4	34.67	
04	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	12/09/2022	34126.968	28	4.6	46.4	46.4
05	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	12/09/2022	34126.968	28	4.6	46.4	
06	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	15/08/2022	12/09/2022	34126.968	28	4.6	46.4	





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista :Lisbeth Katy Rodriguez Santa Cruz
 Escuela :Escuela de Ingeniería Civil y Ambiental
 Tesis :Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas
 Lugar :Dis.Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de en :Chiclayo, 14 de Noviembre del 2022

Código :N.T.P. 339.078

Título :Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (kg/cm ²)	Módulo de Rotura Promedio (kg/cm ²)
01	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	29/08/2022	12/09/2022	28439.14	14	3.8	38.67	43.91
02	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	29/08/2022	12/09/2022	36088.288	14	4.8	49.07	
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	29/08/2022	12/09/2022	32361.78	14	4.3	44	
04	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	29/08/2022	26/09/2022	36088.288	28	4.8	49.07	52.98
05	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	29/08/2022	26/09/2022	46875.548	28	6.3	63.73	
06	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	29/08/2022	26/09/2022	33930.836	28	4.5	46.13	





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista :Lisbeth Katy Rodriguez Santa Cruz
 Escuela :Escuela de Ingeniería Civil y Ambiental
 Tesis :Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas
 Lugar :Dis.Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de en :Chiclayo, 14 de Noviembre del 2022

Código :N.T.P. 339.078

Título :Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (kg/cm ²)	Módulo de Rotura Promedio (kg/cm ²)
01	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	29/08/2022	12/09/2022	41579.984	14	5.5	56.53	55.2
02	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	29/08/2022	12/09/2022	39226.4	14	5.2	53.33	
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	29/08/2022	12/09/2022	40991.588	14	5.5	55.73	
04	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/09/2022	03/10/2022	51484.65	28	6.9	70	74.13
05	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/09/2022	03/10/2022	50602.056	28	6.7	68.8	
06	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/09/2022	03/10/2022	61487.382	28	8.2	83.6	





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista :Lisbeth Katy Rodríguez Santa Cruz
 Escuela :Escuela de Ingeniería Civil y Ambiental
 Tesis :Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas
 Lugar :Dis.Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de en :Chiclayo, 14 de Noviembre del 2022

Código :N.T.P. 339.078

Título :Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (kg/cm ²)	Módulo de Rotura Promedio (kg/cm ²)
01	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/09/2022	19/09/2022	62222.877	14	8.3	84.6	84.6
02	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/09/2022	19/09/2022	60506.722	14	8.1	82.26	
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/09/2022	19/09/2022	63939.032	14	8.5	86.93	
04	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/09/2022	03/10/2022	49621.396	28	6.6	67.47	89.73
05	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/09/2022	03/10/2022	88063.268	28	11.7	119.73	
06	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO 80/60 NB	05/09/2022	03/10/2022	60310.59	28	8	82	





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista :Lisbeth Katy Rodriguez Santa Cruz
 Escuela :Escuela de Ingeniería Civil y Ambiental
 Tesis :Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras
 Lugar :Dis.Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión :Chiclayo, 14 de Noviembre del 2022

Código :ASTM C-39/39M-2004

Título :Standart Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$$f_c = [(2xP)/(3.1416 \times d^2 \times h)]$$

Muestra	Identificación	Fecha de	Fecha de	Dias	Diametro (d)	Altura (h)	Carga (P)	f _c
N°		Vaciado	Ensayo		(cm)	(cm)	kg	(Kg/cm ²)
01	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	05/08/2022	19/08/2022	14	10.16	15.24	13980	57
02	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	05/08/2022	19/08/2022	14	10.16	15.24	13500	56
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	05/08/2022	19/08/2022	14	10.16	15.24	14460	59
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	05/08/2022	02/09/2022	28	10.16	15.24	18870	78
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	05/08/2022	02/09/2022	28	10.16	15.24	18675	77
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	05/08/2022	02/09/2022	28	10.16	15.24	18480	76

OBSERVACIONES:

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización. escrita del laboratorio





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista :Lisbeth Katy Rodriguez Santa Cruz
 Escuela :Escuela de Ingeniería Civil y Ambiental
 Tesis :Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras
 Lugar :Dis.Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión :Chiclayo, 14 de Noviembre del 2022

Código :ASTM C-39/39M-2004

Título :Standart Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$$f_c = \frac{(2 \times P)}{(3.1416 \times d^2 \times h)}$$

Muestra N°	Identificación	Fecha de	Fecha de	Dias	Diametro (d)	Altura (h)	Carga (P)	f _c
		Vaciado	Ensayo		(cm)	(cm)	kg	(Kg/cm ²)
01	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	16/08/2022	30/08/2022	14	10.16	15.24	14500	60
02	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	16/08/2022	30/08/2022	14	10.16	15.24	14930	61
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	16/08/2022	30/08/2022	14	10.16	15.24	14715	61
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	16/08/2022	13/09/2022	28	10.16	15.24	19000	78
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	16/08/2022	13/09/2022	28	10.16	15.24	20350	84
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	16/08/2022	13/09/2022	28	10.16	15.24	18790	77

OBSERVACIONES:

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización. escrita del laboratorio





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista :Lisbeth Katy Rodriguez Santa Cruz
 Escuela :Escuela de Ingeniería Civil y Ambiental
 Tesis :Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras
 Lugar :Dis.Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión :Chiclayo, 14 de Noviembre del 2022

Código :ASTM C-39/39M-2004

Título :Standart Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$$f_c = \frac{2xP}{3.1416 \times d \times h}$$

Muestra N°	Identificación	Fecha de	Fecha de	Dias	Diametro (d)	Altura (h)	Carga (P)	f _c
		Vaciado	Ensayo		(cm)	(cm)	kg	(Kg/cm ²)
01	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	16/08/2022	30/08/2022	14	10.16	15.24	14760	61
02	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	16/08/2022	30/08/2022	14	10.16	15.24	17400	72
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	16/08/2022	30/08/2022	14	10.16	15.24	15050	62
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	16/08/2022	13/09/2022	28	10.16	15.24	23700	97
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	16/08/2022	13/09/2022	28	10.16	15.24	19550	80
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 1.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	16/08/2022	13/09/2022	28	10.16	15.24	21625	89

OBSERVACIONES:

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización. escrita del laboratorio





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista :Lisbeth Katy Rodriguez Santa Cruz
 Escuela :Escuela de Ingeniería Civil y Ambiental
 Tesis :Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras
 Lugar :Dis. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión :Chiclayo, 14 de Noviembre del 2022

Código :ASTM C-39/39M-2004

Título :Standart Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$$f_c = \frac{2xP}{3.1416 \times d \times h}$$

Muestra	Identificación	Fecha de	Fecha de	Dias	Diametro (d)	Altura (h)	Carga (P)	f _c
N°		Vaciado	Ensayo		(cm)	(cm)	kg	(Kg/cm ²)
01	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	19/08/2022	02/09/2022	14	10.16	15.24	18170	75
02	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	19/08/2022	02/09/2022	14	10.16	15.24	19300	79
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	19/08/2022	02/09/2022	14	10.16	15.24	19980	82
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	19/08/2022	16/09/2022	28	10.16	15.24	23500	97
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	19/08/2022	16/09/2022	28	10.16	15.24	23340	96
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	19/08/2022	16/09/2022	28	10.16	15.24	23180	95

OBSERVACIONES:

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización. escrita del laboratorio





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista :Lisbeth Katy Rodriguez Santa Cruz
 Escuela :Escuela de Ingenieria Civil y Ambiental
 Tesis :Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras
 Lugar :Dis.Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión :Chiclayo, 14 de Noviembre del 2022

Código :ASTM C-39/39M-2004

Título :Standart Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$$f_c = \frac{(2xP)}{(3.1416 \times d^2 \times h)}$$

Muestra	Identificación	Fecha de	Fecha de	Dias	Diametro (d)	Altura (h)	Carga (P)	f _c
N°		Vaciado	Ensayo		(cm)	(cm)	kg	(Kg/cm ²)
01	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	19/08/2022	02/09/2022	14	10.16	15.24	24160	99
02	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	19/08/2022	02/09/2022	14	10.16	15.24	20610	85
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	19/08/2022	02/09/2022	14	10.16	15.24	21260	87
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	19/08/2022	16/09/2022	28	10.16	15.24	24455	101
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	19/08/2022	16/09/2022	28	10.16	15.24	22380	92
03	CONCRETO 280 kg/cm ² + 2.5% DE FIBRAS DE ACERO ENTREFILADO SIKA FIBER CHO	19/08/2022	16/09/2022	28	10.16	15.24	26530	109

OBSERVACIONES:

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización. escrita del laboratorio



Solicitud de ensayo : **2604A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Lisbeth Katy Rodriguez Santa Cruz

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura :
 Inicio de Ensayo : Miércoles, 09 de noviembre del 2022
 Fin de ensayo : Lunes, 21 de noviembre del 2022

Ensayo : ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO: - Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión.
 Norma : UNE-EN12390-8

Muestra N°	Descripción de la Muestra (kg/cm ²)	Edad (Días)	Fecha		Hora		Tiempo (72 ± 2 Horas)	Cara	Penetración Máxima (mm)		
			Inicio	Final	Inicio	Final			Unidad	Promedio	Clase de exposición
M-01	CONCRETO f _c =280kg/cm ² + 0%	28	04/05/2023	07/05/2023	09:00 a. m.	09:00 a. m.	72	A	48.99	48.68	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	48.36		
M-02	CONCRETO f _c =280kg/cm ² + 0%	28	04/05/2023	07/05/2023	09:00 a. m.	09:00 a. m.	72	A	49.89	49.53	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	49.16		
M-03	CONCRETO f _c =280kg/cm ² + 1%	29	04/05/2023	07/05/2023	09:00 a. m.	09:00 a. m.	73	A	50.79	50.38	NO CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	49.96		
M-04	CONCRETO f _c =280kg/cm ² + 1%	30	07/05/2023	10/05/2023	09:00 a. m.	09:00 a. m.	74	A	51.69	51.23	NO CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	50.76		
M-05	CONCRETO f _c =280kg/cm ² + 1.5%	31	07/05/2023	10/05/2023	09:00 a. m.	09:00 a. m.	75	A	52.59	52.08	NO CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	51.56		
M-06	CONCRETO f _c =280kg/cm ² + 1.5%	32	07/05/2023	10/05/2023	09:00 a. m.	09:00 a. m.	76	A	53.49	52.93	NO CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	52.36		
M-07	CONCRETO f _c =280kg/cm ² + 2%	33	10/05/2023	13/05/2023	09:00 a. m.	09:00 a. m.	77	A	54.39	53.78	NO CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	53.16		
M-08	CONCRETO f _c =280kg/cm ² + 2%	34	10/05/2023	13/05/2023	09:00 a. m.	09:00 a. m.	78	A	55.29	54.63	NO CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	53.96		
M-09	CONCRETO f _c =280kg/cm ² + 2.5%	35	10/05/2023	13/05/2023	09:00 a. m.	09:00 a. m.	79	A	56.19	55.48	NO CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	54.76		
M-10	CONCRETO f _c =280kg/cm ² + 2.5%	36	13/05/2023	16/05/2023	09:00 a. m.	09:00 a. m.	80	A	57.09	56.33	NO CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	55.56		

NOTA:

- PRESIÓN APLICADA: 500 kPa aplicada desde la base de la probeta.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

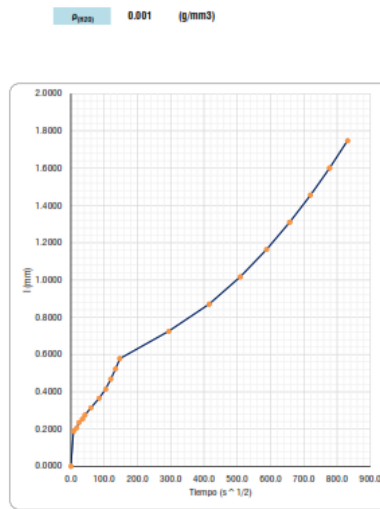

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904


Solicitud de ensayo : **2004A-23/ LEMS W&C**
Solicitante : **Lisbeth kaly Rodriguez Santa Cruz**
Proyecto / Obra : **Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero enfriado en zonas costeras**
Ubicación : **Dist. Pimeriel, Prov. Chilayo, Depart. Lambayeque.**
Fecha de vaciado :
Ensayo : **MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO**
Referencia : **ASTM C-1505**
Muestras : **f'c =280kg/cm2 , Cemento M5 , MUESTRAS PATRON 0% DE ADICION**

Probeta, DP Z10	Masa (g)	Diámetro					Promedio	Espesor				Promedio	Área (mm ²)	VOLUMEN (cm ³)	Densidad	
		D-1 mm	D-2 mm	D-3 mm	D-4 mm	D-5 mm		e-1 mm	e-2 mm	e-3 mm	e-4 mm				(g/cm ³)	Promedio (g/cm ³)
M-1	823.5	102.0	101.9	102.0	101.9	102.0	102.0	51.1	51.1	51.0	50.3	50.8	8160.88	413448.58	2.01	1.98
M-2	830.5	102.1	102.3	102.1	102.3	102.2	51.3	51.5	51.6	50.4	51.4	8198.94	421615.07	1.97		
M-3	828.5	102.5	102.2	102.5	102.2	102.4	51.1	51.7	51.2	50.8	51.2	8230.07	421989.25	1.97		

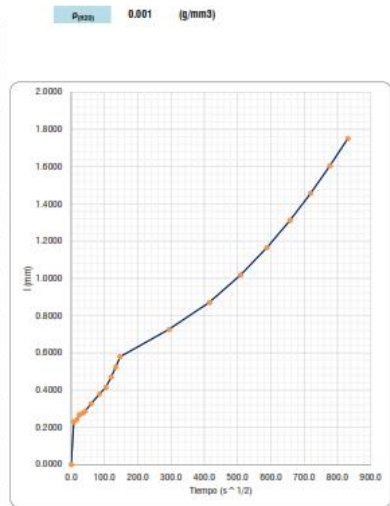
ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA (SORPTIVIDAD) PATRON									
M/H/D	Seg.	s ^{1/2}	Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	Absorción (mm)	Promedio		ΣΔ
							(mm)	ΣΔ	
0	0	0.0	M-1	843.39	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
			M-2	844.39	-	0.0000	0.0000	0.0000	
			M-3	842.59	-	0.0000	0.0000	0.0000	
1 min	60	7.7	M-1	845.14	1.55	0.1888	0.1891	0.1891	0.1891
			M-2	846.14	1.55	0.1891	0.1891	0.1891	
			M-3	844.14	1.55	0.1883	0.1883	0.1883	
5 min	300	17.3	M-1	845.28	0.14	0.0171	0.0171	0.0171	0.2061
			M-2	846.28	0.14	0.0171	0.0171	0.0171	
			M-3	844.28	0.14	0.0170	0.0170	0.0170	
10 min	600	24.5	M-1	845.32	0.24	0.0293	0.0293	0.0293	0.2354
			M-2	846.32	0.24	0.0293	0.0293	0.0293	
			M-3	844.32	0.24	0.0292	0.0292	0.0292	
20 min	1200	34.6	M-1	845.67	0.15	0.0184	0.0183	0.0183	0.2537
			M-2	846.67	0.15	0.0183	0.0183	0.0183	
			M-3	844.67	0.15	0.0182	0.0182	0.0182	
30 min	1800	42.4	M-1	845.85	0.18	0.0220	0.0220	0.0220	0.2707
			M-2	846.85	0.18	0.0220	0.0220	0.0220	
			M-3	844.85	0.18	0.0219	0.0219	0.0219	
60 min	3600	60.0	M-1	846.17	0.32	0.0392	0.0390	0.0390	0.3147
			M-2	847.17	0.32	0.0390	0.0390	0.0390	
			M-3	845.17	0.32	0.0389	0.0389	0.0389	
2 horas	7200	84.9	M-1	846.59	0.42	0.0512	0.0512	0.0512	0.3859
			M-2	847.59	0.42	0.0512	0.0512	0.0512	
			M-3	845.59	0.42	0.0510	0.0510	0.0510	
3 horas	10800	103.9	M-1	846.98	0.39	0.0476	0.0476	0.0476	0.4133
			M-2	847.98	0.39	0.0476	0.0476	0.0476	
			M-3	845.98	0.39	0.0474	0.0474	0.0474	
4 horas	14400	120.0	M-1	847.43	0.45	0.0551	0.0549	0.0549	0.4884
			M-2	848.43	0.45	0.0549	0.0549	0.0549	
			M-3	846.43	0.45	0.0547	0.0547	0.0547	
5 horas	18000	134.2	M-1	847.88	0.45	0.0551	0.0549	0.0549	0.5233
			M-2	848.88	0.45	0.0549	0.0549	0.0549	
			M-3	846.88	0.45	0.0547	0.0547	0.0547	
6 horas	21600	147.0	M-1	848.33	0.45	0.0551	0.0549	0.0549	0.5782
			M-2	849.33	0.45	0.0549	0.0549	0.0549	
			M-3	847.33	0.45	0.0547	0.0547	0.0547	
1 día	86400	293.9	M-1	849.53	1.20	0.1470	0.1464	0.1464	0.7245
			M-2	850.53	1.20	0.1464	0.1464	0.1464	
			M-3	848.53	1.20	0.1458	0.1458	0.1458	
2 días	172800	415.7	M-1	850.73	1.20	0.1470	0.1464	0.1464	0.8709
			M-2	851.73	1.20	0.1464	0.1464	0.1464	
			M-3	849.73	1.20	0.1458	0.1458	0.1458	
3 días	259200	509.1	M-1	851.93	1.20	0.1470	0.1464	0.1464	1.0173
			M-2	852.93	1.20	0.1464	0.1464	0.1464	
			M-3	850.93	1.20	0.1458	0.1458	0.1458	
4 días	345600	587.9	M-1	853.13	1.20	0.1470	0.1464	0.1464	1.1637
			M-2	854.13	1.20	0.1464	0.1464	0.1464	
			M-3	852.13	1.20	0.1458	0.1458	0.1458	
5 días	432000	657.3	M-1	854.33	1.20	0.1470	0.1464	0.1464	1.3100
			M-2	855.33	1.20	0.1464	0.1464	0.1464	
			M-3	853.33	1.20	0.1458	0.1458	0.1458	
6 días	518400	720.0	M-1	855.53	1.20	0.1470	0.1464	0.1464	1.4564
			M-2	856.53	1.20	0.1464	0.1464	0.1464	
			M-3	854.53	1.20	0.1458	0.1458	0.1458	
7 días	604800	777.4	M-1	856.73	1.20	0.1470	0.1464	0.1464	1.6012
			M-2	857.73	1.20	0.1464	0.1464	0.1464	
			M-3	855.73	1.15	0.1409	0.1409	0.1409	
8 días	691200	831.4	M-1	857.93	1.20	0.1470	0.1464	0.1464	1.7473
			M-2	858.93	1.20	0.1464	0.1464	0.1464	
			M-3	856.93	1.20	0.1458	0.1458	0.1458	



Solicitud de ensayo : **2604A-23/ LEMS W&C**
Solicitante : **Lisbeth katy Rodriguez Santa Cruz**
Proyecto / Obra : **Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras**
Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**
Fecha de vaciado :
Ensayo : **MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO**
Referencia : **ASTM C-1505**
Muestras : **f'c =280kg/cm2 , Cemento M5 , MUESTRAS 1% DE ADICION**

Probeta_DP Z10	Masa (g)	Diámetro				Promedio	Espesor				Promedio	Área (mm ²)	VOLUMEN (mm ³)	Densidad (g/cm ³)	Promedio (g/cm ³)
		B-1 mm	B-2 mm	B-3 mm	B-4 mm		e-1 mm	e-2 mm	e-3 mm	e-4 mm					
M-1	912.0	102.0	101.9	102.0	101.9	102.0	50.1	51.1	51.0	50.3	50.0	8105.88	413448.38	2.21	2.18
M-2	913.0	102.1	102.3	102.1	102.3	102.2	51.9	51.5	51.6	50.4	51.4	8198.34	421015.07	2.17	
M-3	911.0	102.5	102.2	102.5	102.2	102.4	51.1	51.7	51.2	50.8	51.2	8230.07	421399.25	2.16	

Tiempo			Absorción					
M/H/D	Seg	s ^{1/2}	Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	(mm)	Promedio (mm)	ΣΔ
0	0	0.0	M-1	990.50	-	0.0000	0.0000	0.0000
			M-2	991.50	-	0.0000		
			M-3	989.50	-	0.0000		
1 min	60	7.7	M-1	992.38	1.88	0.2293	0.2293	0.2293
			M-2	993.38	1.88	0.2293		
			M-3	991.38	1.88	0.2284		
5 min	300	17.3	M-1	992.48	0.10	0.0122	0.0122	0.2410
			M-2	993.48	0.10	0.0122		
			M-3	991.48	0.10	0.0121		
10 min	600	24.5	M-1	992.89	0.21	0.0257	0.0256	0.2871
			M-2	993.89	0.21	0.0256		
			M-3	991.89	0.21	0.0255		
20 min	1200	34.6	M-1	992.77	0.08	0.0098	0.0098	0.2769
			M-2	993.77	0.08	0.0098		
			M-3	991.77	0.08	0.0097		
30 min	1800	42.4	M-1	992.86	0.09	0.0110	0.0110	0.2879
			M-2	993.86	0.09	0.0110		
			M-3	991.86	0.09	0.0109		
60 min	3600	60.0	M-1	993.19	0.33	0.0404	0.0403	0.3261
			M-2	994.19	0.33	0.0403		
			M-3	992.19	0.33	0.0401		
2 horas	7200	84.9	M-1	993.61	0.42	0.0514	0.0512	0.3794
			M-2	994.61	0.42	0.0512		
			M-3	992.61	0.42	0.0510		
3 horas	10800	103.9	M-1	993.90	0.29	0.0355	0.0354	0.4147
			M-2	994.90	0.29	0.0354		
			M-3	992.90	0.29	0.0352		
4 horas	14400	120.0	M-1	994.35	0.45	0.0551	0.0549	0.4090
			M-2	995.35	0.45	0.0549		
			M-3	993.35	0.45	0.0547		
5 horas	18000	134.2	M-1	994.80	0.45	0.0551	0.0549	0.5243
			M-2	995.80	0.45	0.0549		
			M-3	993.80	0.45	0.0547		
6 horas	21600	147.0	M-1	995.25	0.45	0.0551	0.0549	0.5794
			M-2	996.25	0.45	0.0549		
			M-3	994.25	0.45	0.0547		
1 día	86400	293.9	M-1	996.45	1.20	0.1470	0.1464	0.7258
			M-2	997.45	1.20	0.1464		
			M-3	995.45	1.20	0.1458		
2 días	172800	415.7	M-1	997.65	1.20	0.1470	0.1464	0.8721
			M-2	998.65	1.20	0.1464		
			M-3	996.65	1.20	0.1458		
3 días	259200	509.1	M-1	998.85	1.20	0.1470	0.1464	1.0183
			M-2	999.85	1.20	0.1464		
			M-3	997.85	1.20	0.1458		
4 días	345600	587.9	M-1	1000.05	1.20	0.1470	0.1464	1.1649
			M-2	1001.05	1.20	0.1464		
			M-3	999.05	1.20	0.1458		
5 días	432000	657.3	M-1	1001.26	1.21	0.1482	0.1468	1.3117
			M-2	1002.26	1.20	0.1464		
			M-3	1000.26	1.20	0.1458		
6 días	518400	720.0	M-1	1002.46	1.20	0.1470	0.1464	1.4580
			M-2	1003.46	1.20	0.1464		
			M-3	1001.46	1.20	0.1458		
7 días	604800	777.4	M-1	1003.66	1.20	0.1470	0.1464	1.6044
			M-2	1004.66	1.20	0.1464		
			M-3	1002.66	1.20	0.1458		
8 días	691200	831.4	M-1	1004.86	1.20	0.1470	0.1464	1.7508
			M-2	1005.86	1.20	0.1464		
			M-3	1003.86	1.20	0.1458		

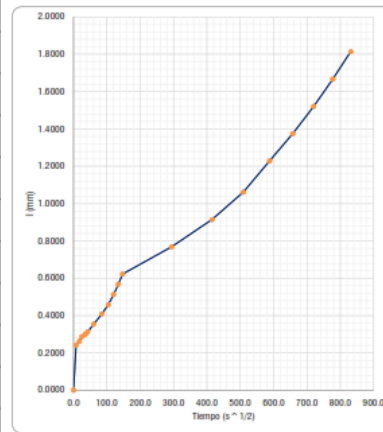


Solicitud de ensayo : **2604A-23/ LEMS W&C**
Solicitante : Lisbeth kaly Rodriguez Santa Cruz
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de vaciado :
Ensayo : MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO
Referencia : ASTM C-1505
Muestras : f'c = 280kg/cm2 , Cemento MS , MUESTRAS 1.5% DE ADICION

Probeta_DP 210	Masa (g)	Diámetro					Espesor					Área (mm ²)	VOLUMEN (mm ³)	Densidad	
		B-1	B-2	B-3	B-4	Promedio	e-1	e-2	e-3	e-4	Promedio			(g/cm ³)	Promedio (g/cm ³)
M-1	878.4	102.0	101.9	102.0	101.9	102.0	50.1	51.1	51.0	50.3	50.6	8160.88	419448.58	2.12	2.10
M-2	873.4	102.1	102.3	102.1	102.3	102.2	51.9	51.5	51.5	50.4	51.4	8198.34	421615.87	2.09	
M-3	877.4	102.5	102.2	102.5	102.2	102.4	51.1	51.7	51.2	50.8	51.2	8238.87	421389.25	2.08	

ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA (SORPTIVIDAD) PATRON									
MHD	Seg.	s ^{1/2}	Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	h (mm)	Absorción		ΣΔ
							(mm)	Promedio	
0	0	0.0	M-1	888.43	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
			M-2	889.43	-	0.0000	0.0000		
			M-3	887.43	-	0.0000	0.0000		
1 min	60	7.7	M-1	890.41	1.98	0.2425	0.2415	0.2415	0.2415
			M-2	891.41	1.98	0.2415	0.2415		
			M-3	889.41	1.98	0.2406	0.2406		
5 min	300	17.3	M-1	890.57	0.16	0.0196	0.0195	0.0195	0.2010
			M-2	891.57	0.16	0.0195	0.0195		
			M-3	889.57	0.16	0.0194	0.0194		
10 min	600	24.5	M-1	890.78	0.21	0.0257	0.0256	0.0256	0.2800
			M-2	891.78	0.21	0.0256	0.0256		
			M-3	888.78	0.21	0.0255	0.0255		
20 min	1200	34.6	M-1	890.88	0.10	0.0122	0.0122	0.0122	0.2988
			M-2	891.88	0.10	0.0122	0.0122		
			M-3	889.88	0.10	0.0121	0.0121		
30 min	1800	42.4	M-1	891.00	0.12	0.0147	0.0146	0.0146	0.3135
			M-2	892.00	0.12	0.0146	0.0146		
			M-3	890.00	0.12	0.0146	0.0146		
60 min	3600	60.0	M-1	891.33	0.33	0.0404	0.0403	0.0403	0.3337
			M-2	892.33	0.33	0.0403	0.0403		
			M-3	890.33	0.33	0.0401	0.0401		
2 horas	7200	84.9	M-1	891.78	0.45	0.0551	0.0549	0.0549	0.4088
			M-2	892.78	0.45	0.0549	0.0549		
			M-3	890.78	0.45	0.0547	0.0547		
3 horas	10800	103.9	M-1	892.18	0.40	0.0490	0.0488	0.0488	0.4374
			M-2	893.18	0.40	0.0488	0.0488		
			M-3	891.18	0.40	0.0486	0.0486		
4 horas	14400	120.0	M-1	892.63	0.45	0.0551	0.0549	0.0549	0.5123
			M-2	893.63	0.45	0.0549	0.0549		
			M-3	891.63	0.45	0.0547	0.0547		
5 horas	18000	134.2	M-1	893.08	0.45	0.0551	0.0549	0.0549	0.5072
			M-2	894.08	0.45	0.0549	0.0549		
			M-3	892.08	0.45	0.0547	0.0547		
6 horas	21600	147.0	M-1	893.53	0.45	0.0551	0.0549	0.0549	0.8221
			M-2	894.53	0.45	0.0549	0.0549		
			M-3	892.53	0.45	0.0547	0.0547		
1 día	86400	293.9	M-1	894.73	1.20	0.1470	0.1464	0.1464	0.7085
			M-2	895.73	1.20	0.1464	0.1464		
			M-3	893.73	1.20	0.1458	0.1458		
2 días	172800	415.7	M-1	895.93	1.20	0.1470	0.1464	0.1464	0.9148
			M-2	896.93	1.20	0.1464	0.1464		
			M-3	894.93	1.20	0.1458	0.1458		
3 días	259200	509.1	M-1	897.13	1.20	0.1470	0.1464	0.1464	1.0012
			M-2	898.13	1.20	0.1464	0.1464		
			M-3	896.13	1.20	0.1458	0.1458		
4 días	345600	587.9	M-1	898.33	1.20	0.1470	0.1671	0.1671	1.2283
			M-2	899.33	1.20	0.2086	0.1671		
			M-3	897.33	1.20	0.1458	0.1458		
5 días	432000	657.3	M-1	899.53	1.20	0.1470	0.1464	0.1464	1.3747
			M-2	901.04	1.20	0.1464	0.1464		
			M-3	898.53	1.20	0.1458	0.1458		
6 días	518400	720.0	M-1	900.73	1.20	0.1470	0.1464	0.1464	1.3211
			M-2	902.24	1.20	0.1464	0.1464		
			M-3	899.73	1.20	0.1458	0.1458		
7 días	604800	777.4	M-1	901.93	1.20	0.1470	0.1464	0.1464	1.6074
			M-2	903.44	1.20	0.1464	0.1464		
			M-3	902.93	1.20	0.1458	0.1458		
8 días	691200	831.4	M-1	903.13	1.20	0.1470	0.1464	0.1464	1.8138
			M-2	904.64	1.20	0.1464	0.1464		
			M-3	902.13	1.20	0.1458	0.1458		

Peso: 0.001 (g/mm3)

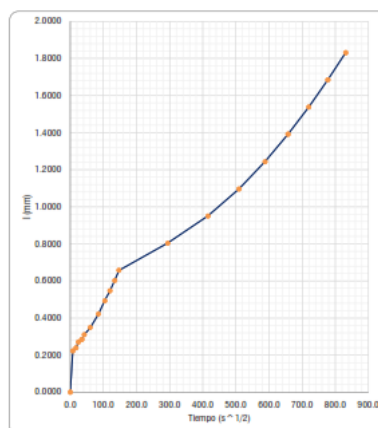


Solicitud de ensayo : **2604A-23/ LEMS W&C**
Solicitante : **Lizbeth kaly Rodriguez Santa Cruz**
Proyecto / Obra : **Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras**
Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**
Fecha de vaciado :
Ensayo : **MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO**
Referencia : **ASTM C-1505**
Muestras : **f'c =280kg/cm2 , Cemento M5 , MUESTRAS 2% DE ADICION**

Probeta_DP Z10	Masa (g)	Diámetro				Promedio	Espesor				Promedio	Área (mm ²)	VOLUMEN (mm ³)	Densidad	
		Ø-1	Ø-2	Ø-3	Ø-4		e-1	e-2	e-3	e-4				(g/cm ³)	Promedio (g/cm ³)
M-1	731.8	102.0	101.9	102.0	101.9	102.0	50.1	51.1	51.0	50.3	50.6	8105.08	413448.58	1.77	1.75
M-2	732.8	102.1	102.3	102.1	102.3	102.2	51.9	51.5	51.6	50.4	51.4	8198.54	421615.07	1.74	
M-3	730.8	102.5	102.2	102.5	102.2	102.4	51.1	51.7	51.2	50.8	51.2	8236.07	421369.25	1.73	

M/H/D	Seg.	s ^{1/2}	Probeta	Masa		Absorción		Promedio
				(g)	Δ masa (g)	(mm)	(mm)	
0	0	0.0	M-1	747.03	-	0.0000	0.0000	0.0000
			M-2	748.03	-	0.0000	0.0000	0.0000
			M-3	746.03	-	0.0000	0.0000	0.0000
1 min	60	7.7	M-1	748.36	1.33	0.2241	0.2232	0.2232
			M-2	749.86	1.83	0.2232	0.2232	0.2232
			M-3	747.86	1.83	0.2223	0.2223	0.2223
5 min	300	17.3	M-1	748.99	0.13	0.0159	0.0159	0.2391
			M-2	749.99	0.13	0.0159	0.0159	0.2391
			M-3	747.99	0.13	0.0158	0.0158	0.2391
10 min	600	24.5	M-1	749.25	0.26	0.0318	0.0317	0.2708
			M-2	750.25	0.26	0.0317	0.0317	0.2708
			M-3	748.25	0.26	0.0316	0.0316	0.2708
20 min	1200	34.6	M-1	749.36	0.11	0.0135	0.0134	0.2842
			M-2	750.36	0.11	0.0134	0.0134	0.2842
			M-3	748.36	0.11	0.0134	0.0134	0.2842
30 min	1800	42.4	M-1	749.57	0.21	0.0257	0.0256	0.3098
			M-2	750.57	0.21	0.0256	0.0256	0.3098
			M-3	748.57	0.21	0.0255	0.0255	0.3098
60 min	3600	60.0	M-1	749.89	0.32	0.0390	0.0390	0.3489
			M-2	750.89	0.32	0.0390	0.0390	0.3489
			M-3	748.89	0.32	0.0389	0.0389	0.3489
2 horas	7200	84.9	M-1	750.49	0.60	0.0735	0.0732	0.4220
			M-2	751.49	0.60	0.0732	0.0732	0.4220
			M-3	749.49	0.60	0.0729	0.0729	0.4220
3 horas	10800	103.9	M-1	751.07	0.58	0.0710	0.0707	0.4928
			M-2	752.07	0.58	0.0707	0.0707	0.4928
			M-3	750.07	0.58	0.0705	0.0705	0.4928
4 horas	14400	120.0	M-1	751.52	0.45	0.0551	0.0549	0.5477
			M-2	752.52	0.45	0.0549	0.0549	0.5477
			M-3	750.52	0.45	0.0547	0.0547	0.5477
5 horas	18000	134.2	M-1	751.97	0.45	0.0551	0.0549	0.6020
			M-2	752.97	0.45	0.0549	0.0549	0.6020
			M-3	750.97	0.45	0.0547	0.0547	0.6020
6 horas	21600	147.0	M-1	752.42	0.45	0.0551	0.0549	0.6075
			M-2	753.42	0.45	0.0549	0.0549	0.6075
			M-3	751.42	0.45	0.0547	0.0547	0.6075
1 día	86400	293.9	M-1	753.62	1.20	0.1470	0.1464	0.8038
			M-2	754.62	1.20	0.1464	0.1464	0.8038
			M-3	752.62	1.20	0.1458	0.1458	0.8038
2 días	172800	415.7	M-1	754.82	1.20	0.1470	0.1464	0.9502
			M-2	755.82	1.20	0.1464	0.1464	0.9502
			M-3	753.82	1.20	0.1458	0.1458	0.9502
3 días	259200	509.1	M-1	756.02	1.20	0.1470	0.1464	1.0900
			M-2	757.02	1.20	0.1464	0.1464	1.0900
			M-3	755.02	1.20	0.1458	0.1458	1.0900
4 días	345600	587.9	M-1	757.22	1.20	0.1470	0.1464	1.2430
			M-2	758.22	1.20	0.1464	0.1464	1.2430
			M-3	756.22	1.20	0.1458	0.1458	1.2430
5 días	432000	657.3	M-1	758.49	1.27	0.1555	0.1492	1.3922
			M-2	759.42	1.20	0.1464	0.1464	1.3922
			M-3	757.42	1.20	0.1458	0.1458	1.3922
6 días	518400	720.0	M-1	759.69	1.20	0.1470	0.1464	1.5380
			M-2	760.62	1.20	0.1464	0.1464	1.5380
			M-3	758.62	1.20	0.1458	0.1458	1.5380
7 días	604800	777.4	M-1	760.89	1.20	0.1470	0.1464	1.6849
			M-2	761.82	1.20	0.1464	0.1464	1.6849
			M-3	759.82	1.20	0.1458	0.1458	1.6849
8 días	691200	831.4	M-1	762.09	1.20	0.1470	0.1464	1.8313
			M-2	763.02	1.20	0.1464	0.1464	1.8313
			M-3	761.02	1.20	0.1458	0.1458	1.8313

P_{max} 0.001 (g/mm³)



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

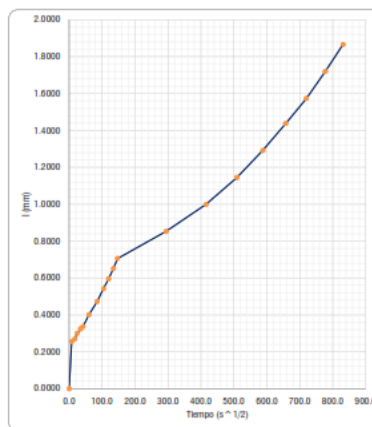
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **20044-23/ LEMS W&C**
Solicitante : **Lisbeth kathy Rodriguez Santa Cruz**
Proyecto / Obra : **Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefibrado en zonas costeras**
Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**
Fecha de vaciado :
Ensayo : **MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO**
Referencia : **ASTM C-1505**
Muestras : **f'c =280kg/cm2 , Cemento MS , MUESTRAS 2.5% DE ADICION**

Probeta_DP	Masa (g)	Diámetro					Promedio	Espesor				Promedio	Área (mm²)	VOLUMEN (mm³)	Densidad	
		B-1	B-2	B-3	B-4	e-1		e-2	e-3	e-4	(g/cm3)				Promedio	
M-1	725.6	102.0	101.9	102.0	101.9	102.0	50.1	51.1	51.0	50.3	50.6	8105.08	413448.58	1.76	1.73	
M-2	726.6	102.1	102.3	102.1	102.3	102.2	51.9	51.3	51.6	50.4	51.4	8198.54	421015.87	1.73		
M-3	724.6	102.5	102.2	102.5	102.2	102.4	51.7	51.7	51.2	50.8	51.2	8230.87	421389.23	1.72		

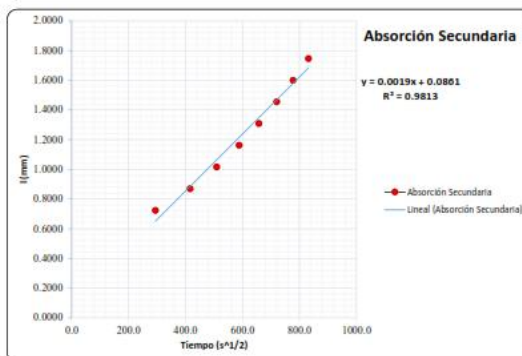
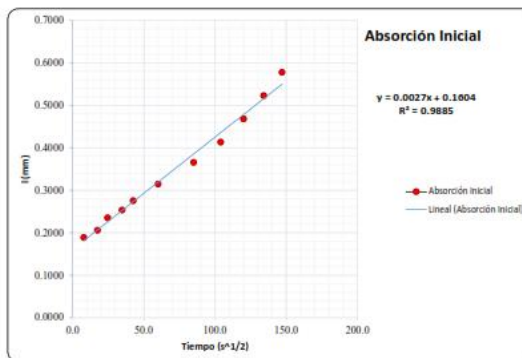
ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA (SORPTIVIDAD) PATRON									
M/H/D	Seg	s ^{1/2}	Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	Absorción (mm)	Promedio		
							Σ Δ	Σ Δ	
0	0	0.0	M-1	737.38	-	0.0000	0.0000	0.0000	
			M-2	738.38	-	0.0000			
			M-3	738.38	-	0.0000			
1 min	60	7.7	M-1	739.48	2.10	0.2562	0.2562	0.2562	
			M-2	740.48	2.10	0.2561			
			M-3	738.48	2.10	0.2551			
5 min	300	17.3	M-1	739.59	0.11	0.0135	0.0134	0.2990	
			M-2	740.59	0.11	0.0134			
			M-3	738.59	0.11	0.0134			
10 min	600	24.5	M-1	739.84	0.25	0.0305	0.0305	0.3001	
			M-2	740.84	0.25	0.0305			
			M-3	738.84	0.25	0.0304			
20 min	1200	34.6	M-1	740.04	0.20	0.0245	0.0244	0.3245	
			M-2	741.04	0.20	0.0244			
			M-3	739.04	0.20	0.0243			
30 min	1800	42.4	M-1	740.15	0.11	0.0135	0.0134	0.3379	
			M-2	741.15	0.11	0.0134			
			M-3	739.15	0.11	0.0134			
60 min	3600	60.0	M-1	740.67	0.52	0.0637	0.0634	0.4013	
			M-2	741.67	0.52	0.0634			
			M-3	739.67	0.52	0.0632			
2 horas	7200	84.9	M-1	741.26	0.59	0.0723	0.0720	0.4733	
			M-2	742.26	0.59	0.0720			
			M-3	740.26	0.59	0.0717			
3 horas	10800	103.9	M-1	741.82	0.56	0.0686	0.0683	0.5410	
			M-2	742.82	0.56	0.0683			
			M-3	740.82	0.56	0.0680			
4 horas	14400	120.0	M-1	742.27	0.45	0.0551	0.0549	0.5900	
			M-2	743.27	0.45	0.0549			
			M-3	741.27	0.45	0.0547			
5 horas	18000	134.2	M-1	742.72	0.45	0.0551	0.0549	0.6514	
			M-2	743.72	0.45	0.0549			
			M-3	741.72	0.45	0.0547			
6 horas	21600	147.0	M-1	743.17	0.45	0.0551	0.0549	0.7003	
			M-2	744.17	0.45	0.0549			
			M-3	742.17	0.45	0.0547			
1 día	86400	293.9	M-1	744.37	1.20	0.1470	0.1464	0.8528	
			M-2	745.37	1.20	0.1464			
			M-3	743.37	1.20	0.1458			
2 días	172800	415.7	M-1	745.57	1.20	0.1470	0.1464	0.9990	
			M-2	746.57	1.20	0.1464			
			M-3	744.57	1.20	0.1458			
3 días	259200	509.1	M-1	746.77	1.20	0.1470	0.1464	1.1454	
			M-2	747.77	1.20	0.1464			
			M-3	745.77	1.20	0.1458			
4 días	345600	587.9	M-1	747.97	1.20	0.1470	0.1464	1.2917	
			M-2	748.97	1.20	0.1464			
			M-3	746.97	1.20	0.1458			
5 días	432000	657.3	M-1	749.17	1.20	0.1470	0.1464	1.4381	
			M-2	750.17	1.20	0.1464			
			M-3	748.17	1.20	0.1458			
6 días	518400	720.0	M-1	750.37	1.20	0.1470	0.1354	1.5735	
			M-2	751.37	0.93	0.1134			
			M-3	749.37	1.20	0.1458			
7 días	604800	777.4	M-1	751.57	1.20	0.1470	0.1464	1.7199	
			M-2	752.57	1.20	0.1464			
			M-3	750.57	1.20	0.1458			
8 días	691200	831.4	M-1	752.77	1.20	0.1470	0.1464	1.8063	
			M-2	753.77	1.20	0.1464			
			M-3	751.77	1.20	0.1458			

Paso: 0.001 (g/mm3)



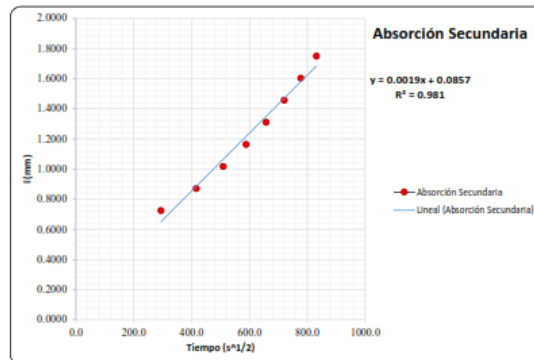
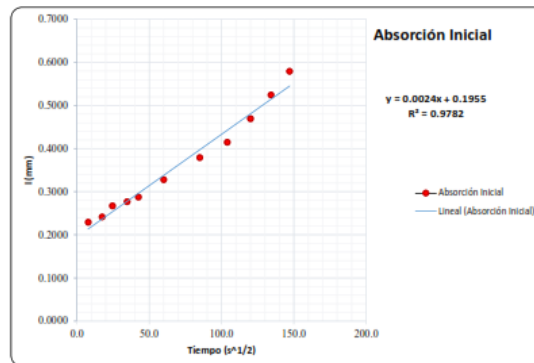
Solicitud de ensayo : **2604A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Lisbeth katy Rodriguez Santa Cruz
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Ensayo : MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCION DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO
 Referencia : ASTM C-1585
 Fecha de inicio ensayo : 14 de noviembre del 2022
 Fecha de término ensayo : 22 de noviembre del 2022
 Mezcla de concreto : **Convencional, f'c = 280kg/cm2**
 Edad : 30 días
 Temperatura : 23 ± 2°C
 Muestras : Probetas estandarizadas D=4"
 Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales y cara no expuesta
 Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

Ritmo de Absorción	TIEMPO		ABSORCIÓN	
	s ^{1/2}	(mm)	I	
Absorción Inicial (Si)	0.0	0.0000	0.0000	
	7.7	0.1891	0.1891	
	17.3	0.0171	0.2061	
	24.5	0.0293	0.2354	
	34.6	0.0183	0.2537	
	42.4	0.0220	0.2757	
	60.0	0.0390	0.3147	
	84.9	0.0512	0.3659	
	103.9	0.0476	0.4135	
	120.0	0.0549	0.4684	
	134.2	0.0549	0.5233	
	147.0	0.0549	0.5782	
Absorción Secundaria (Ss)	293.9	0.1464	0.7245	
	415.7	0.1464	0.8709	
	509.1	0.1464	1.0173	
	587.9	0.1464	1.1637	
	657.3	0.1464	1.3100	
	720.0	0.1464	1.4564	
	777.4	0.1448	1.6012	
	831.4	0.1464	1.7475	



Solicitud de ensayo : **2604A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Lisbeth katy Rodriguez Santa Cruz
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Ensayo : METODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCION DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO
 Referencia : ASTM C-1585
 Fecha de inicio ensayo : 14 de noviembre del 2022
 Fecha de término ensayo : 22 de noviembre del 2022
 Mezcla de concreto : **Adicion 1%, f'c = 280kg/cm2**
 Edad : 30 días
 Temperatura : 23 ± 2°C
 Muestras : Probetas estandarizadas D=4"
 Tipo de Sellador : Silicona liquida en las caras laterales y cara no expuesta
 Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

Ritmo de Absorción	TIEMPO		ABSORCIÓN	
	s ^{1/2}	(mm)	i	
Absorción Inicial (Si)	0.0	0.0000	0.0000	
	7.7	0.2293	0.2293	
	17.3	0.0122	0.2415	
	24.5	0.0256	0.2671	
	34.6	0.0098	0.2769	
	42.4	0.0110	0.2879	
	60.0	0.0403	0.3281	
	84.9	0.0512	0.3794	
	103.9	0.0354	0.4147	
	120.0	0.0549	0.4696	
Absorción Secundaria (Ss)	134.2	0.0549	0.5245	
	147.0	0.0549	0.5794	
	293.9	0.1464	0.7258	
	415.7	0.1464	0.8721	
	509.1	0.1464	1.0185	
	587.9	0.1464	1.1649	
	657.3	0.1468	1.3117	
	720.0	0.1464	1.4580	
	777.4	0.1464	1.6044	
	831.4	0.1464	1.7508	



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. EN ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904



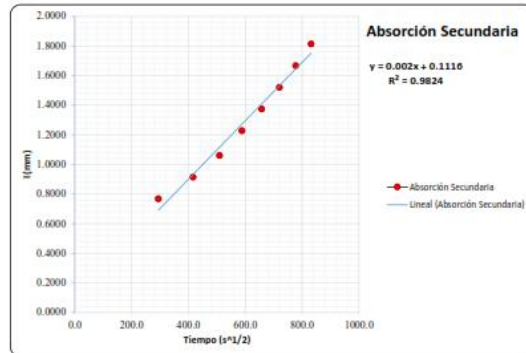
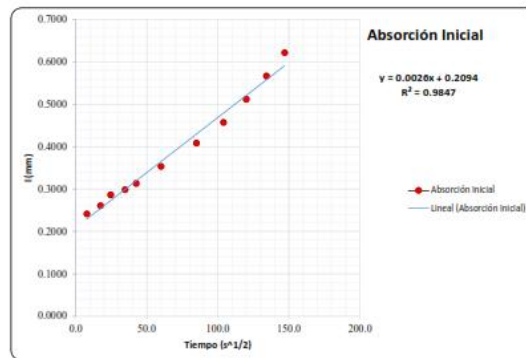
Solicitud de ensayo : **2604A-23/ LEMS W&C**
Solicitante : Lisbeth kathy Rodriguez Santa Cruz

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Ensayo : METODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCION DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO

Referencia : ASTM C-1585
Fecha de inicio ensayo : 14 de noviembre del 2022
Fecha de término ensayo : 22 de noviembre del 2022
Mazla de concreto : Adición 1.5%, $f_c = 280\text{kg/cm}^2$
Edad : 30 días
Temperatura : $23 \pm 2^\circ\text{C}$
Muestras : Probetas estandarizadas D=4"
Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales y cara no expuesta
Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

Ritmo de Absorción	TIEMPO		ABSORCIÓN	
	$s^{1/2}$	(mm)	i	
Absorción Inicial (Si)	0.0	0.0000	0.0000	
	7.7	0.2415	0.2415	
	17.3	0.0195	0.2610	
	24.5	0.0256	0.2866	
	34.6	0.0122	0.2988	
	42.4	0.0146	0.3135	
	60.0	0.0403	0.3537	
	84.9	0.0549	0.4086	
	103.9	0.0458	0.4574	
	120.0	0.0549	0.5123	
	134.2	0.0549	0.5672	
	147.0	0.0549	0.6221	
Absorción Secundaria (Ss)	293.9	0.1464	0.7685	
	415.7	0.1464	0.9148	
	509.1	0.1464	1.0612	
	587.9	0.1671	1.2283	
	657.3	0.1464	1.3747	
	720.0	0.1464	1.5211	
	777.4	0.1464	1.6674	
	831.4	0.1464	1.8138	



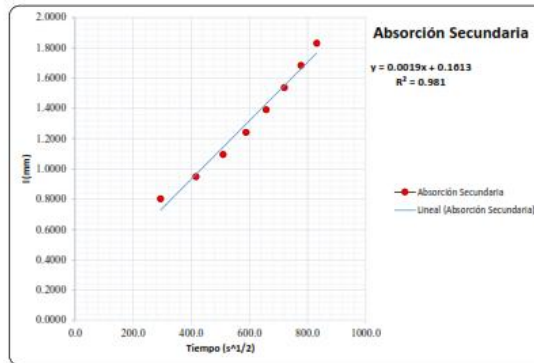
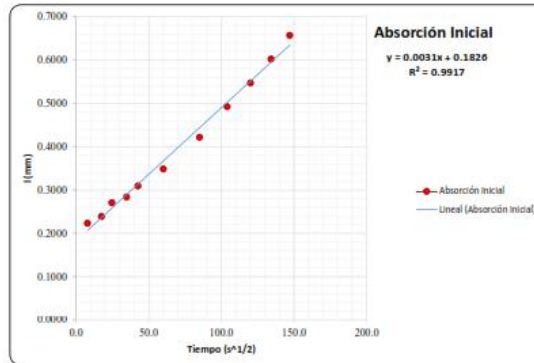
LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. EN SAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904



Solicitud de ensayo : **2804A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Lisbeth katy Rodriguez Santa Cruz
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Ensayo : METODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCION DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO
 Referencia : ASTM C-1585
 Fecha de inicio ensayo : 14 de noviembre del 2022
 Fecha de término ensayo : 22 de noviembre del 2022
 Mazza de concreto : Adicion 2%, f c = 280kg/cm2
 Edad : 30 días
 Temperatura : 23 ± 2°C
 Muestras : Probetas estandarizadas D=4"
 Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales y cara no expuesta
 Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

Ritmo de Absorción	TIEMPO		ABSORCIÓN	
	s ^{1/2}	(mm)	I	S
	0.0	0.0000	0.0000	
Absorción Inicial (Si)	7.7	0.2232	0.2232	
	17.3	0.0159	0.2391	
	24.5	0.0317	0.2708	
	34.6	0.0134	0.2842	
	42.4	0.0256	0.3098	
	60.0	0.0390	0.3489	
	84.9	0.0732	0.4220	
	103.9	0.0707	0.4928	
	120.0	0.0549	0.5477	
	134.2	0.0549	0.6026	
Absorción Secundaria (Ss)	147.0	0.0549	0.6575	
	293.9	0.1464	0.8038	
	415.7	0.1464	0.9502	
	509.1	0.1464	1.0966	
	587.9	0.1464	1.2430	
	657.3	0.1492	1.3922	
	720.0	0.1464	1.5386	
	777.4	0.1464	1.6849	
831.4	0.1464	1.8313		



LEMS W&C EIRL
 WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. EN INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

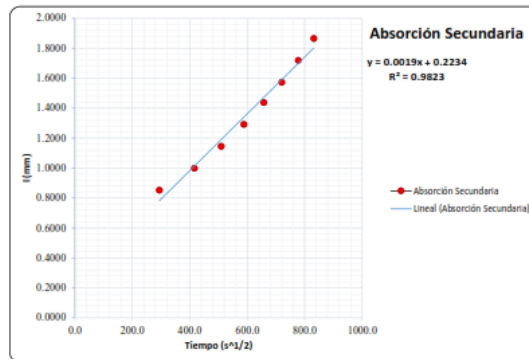
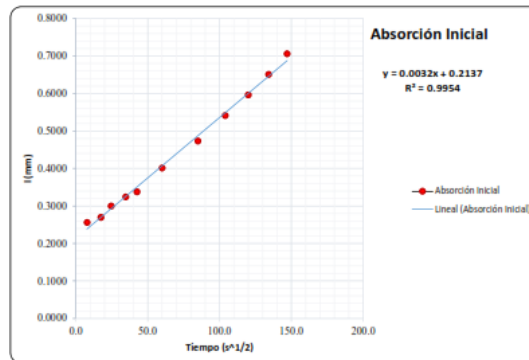




Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswceir@gmail.com

Solicitud de ensayo : 2604A-23/ LEMS W&C
Solicitante : Lisbeth katy Rodriguez Santa Cruz
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Ensayo : MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO
Referencia : ASTM C-1585
Fecha de inicio ensayo : 14 de noviembre del 2022
Fecha de término ensayo : 22 de noviembre del 2022
Mezcla de concreto : Adición 2.5%, $f_c = 280\text{kg/cm}^2$
Edad : 30 días
Temperatura : $23 \pm 2^\circ\text{C}$
Muestras : Probetas estandarizadas D=4"
Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales y cara no expuesta
Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

Etapa de Absorción	TIEMPO		ABSORCIÓN	
	$s^{1/2}$	(mm)	i	
Absorción Inicial (Si)	0.0	0.0000	0.0000	
	7.7	0.2562	0.2562	
	17.3	0.0134	0.2696	
	24.5	0.0305	0.3001	
	34.6	0.0244	0.3245	
	42.4	0.0134	0.3379	
	60.0	0.0634	0.4013	
	84.9	0.0720	0.4733	
	103.9	0.0683	0.5416	
	120.0	0.0549	0.5965	
	134.2	0.0549	0.6514	
	147.0	0.0549	0.7063	
Absorción Secundaria (Ss)	293.9	0.1464	0.8526	
	415.7	0.1464	0.9990	
	509.1	0.1464	1.1454	
	587.9	0.1464	1.2917	
	657.3	0.1464	1.4381	
	720.0	0.1354	1.5735	
	777.4	0.1464	1.7199	
	831.4	0.1464	1.8663	



Solicitud de ensayo	:	2604A-23/ LEMS W&C
Solicitante	:	Lisbeth Katy Rodriguez Santa Cruz
Proyecto / Otrra	:	Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefibado en zonas costeras
Ubicación	:	Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de vaciado	:	
Ensayo	:	MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO
Referencia	:	ASTM C-1202-17
Mezcla de concreto	:	Convencional, f'c = 280kg/cm2- Cemento PACASMAYO
Edad	:	30 días
Temperatura	:	23 ± 2°C
Muestras	:	Probetas estandarizadas D=4"
Tipo de Sellador	:	Silicona líquida en las caras laterales
Tipo de curado	:	Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

DATOS DE LAS PROBETAS PARA EL ENSAYO DE PENETRACION DE ION CLORURO								
PROBETA DP 200	DIAMETRO				ESPESOR			
	Muestra	D (mm)	D (mm)	D (mm)	Dprom (mm)	c-1(mm)	c-2(mm)	c-3(mm)
DP-1	102.3	102.4	102.3	102.34	45.45	45.45	45.45	45.45
DP-2	102.6	102.6	102.2	102.31	45.45	45.45	45.45	45.45
DP-3	102.5	102.5	102.1	102.37	45.45	45.45	45.45	45.45

Registro de Datos				
Dato N°	t (Min)	DP-1	DP-2	DP-3
1	0	0.06010	0.06	0.05990
2	30	0.08910	0.08	0.07990
3	60	0.07010	0.07	0.06990
4	90	0.09010	0.09	0.08990
5	120	0.08810	0.08	0.07990
6	150	0.10010	0.1	0.09990
7	180	0.09010	0.09	0.08990
8	210	0.11010	0.11	0.10990
9	240	0.10010	0.1	0.09990
10	270	0.12010	0.12	0.11990
11	300	0.11010	0.11	0.10990
12	330	0.12010	0.12	0.11990



DETERMINACION DE CARGA QUE PASA:

DP	Q (coulombs)
DP-1	1982.07
DP-2	1985.868
DP-3	1983.708

$$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$$

Donde:
 Q = Carga pasada (coulombs)
 I = Corriente (amperios), inmediatamente despues de aplicar la tensión
 t = Corriente (amperios), t minutos despues de aplicar la tensión

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

DP	Qs (coulombs)
DP-1	1707.95
DP-2	1712.12
DP-3	1708.25
Promedio	1709.44

$$Q_s = Q \times \left(\frac{95}{D_{prom}} \right)^2$$

Donde:
 Qs = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diametro
 Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de Dprom de diametro

COMPARACION:

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

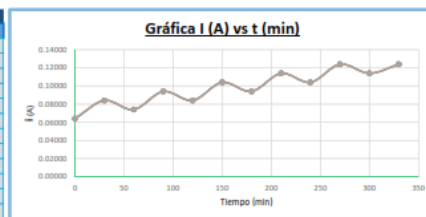
MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO	VALOR
DP-1	BAJA	5128.32
DP-2	BAJA	1709.44
DP-3	BAJA	
EVALUACION PROMEDIO	BAJA	



Solicitud de ensayo : **2004A-23/ LEMS W&C**
Solicitante : **Lisbeth Katy Rodriguez Santa Cruz**
Proyecto / Obra : **Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras**
Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**
Fecha de vaciado :
Ensayo : **MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO**
Referencia : **ASTM C-1202-17**
Mezcla de concreto : **Adición 1% f c = 280kg/cm2- Cemento PACASMAYO**
Edad : **30 días**
Temperatura : **23 ± 2°C**
Muestras : **Pruebas estandarizadas D=4"**
Tipo de Sellador : **Silicona líquida en las caras laterales**
Tipo de curado : **Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio**

DATOS DE LAS PROBETAS PARA EL ENSAYO DE PENETRACION DE ION CLORURO									
PROBETA DP 200	DIAMETRO				ESPESOR				
	Muestra	D 10mm	D 20mm	D 30mm	Dprom (mm)	c-10mm	c-20mm	c-30mm	Dprom (mm)
DP-1	106.6	102.3	102.1	103.68	45.45	45.45	45.45	45.45	
DP-2	101.5	102.1	101.0	101.55	45.45	45.45	45.45	45.45	
DP-3	101.5	102.5	101.9	101.96	45.45	45.45	45.45	45.45	

Registro de Datos				
Dato N°	t (30min)	DP-1	DP-2	DP-3
1	0	0.06410	0.064	0.06390
2	30	0.08410	0.084	0.08390
3	60	0.07410	0.074	0.07390
4	90	0.09410	0.094	0.09390
5	120	0.08410	0.084	0.08390
6	150	0.10410	0.104	0.10390
7	180	0.09410	0.094	0.09390
8	210	0.11410	0.114	0.11390
9	240	0.10410	0.104	0.10390
10	270	0.12410	0.124	0.12390
11	300	0.11410	0.114	0.11390
12	330	0.12410	0.124	0.12390



DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

DP	Q (coulombs)
DP-1	2064.87
DP-2	2068.668
DP-3	2066.508

$$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$$

Donde:

- Q = Carga pasada (coulombs)
- I_n = Corriente (amperios), inmediatamente después de aplicar la tensión
- I_t = Corriente (amperios), t minutos después de aplicar la tensión

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

DP	Qs (coulombs)
DP-1	1733.72
DP-2	1810.30
DP-3	1794.01
Promedio	1779.34

$$Q_s = Q_x \left(\frac{95}{D_{prom}} \right)^2$$

Donde:

- Q_s = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diámetro
- Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de Dprom de diámetro

COMPARACION:

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

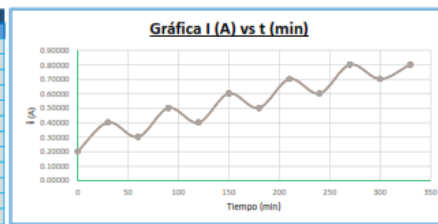
MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO	VALOR
DP-1	BAJA	5338.02
DP-2	BAJA	1779.34
DP-3	BAJA	
EVALUACION PROMEDIO	BAJA	



Solicitud de ensayo : **2604A-23/ LEMS W&C**
Solicitante : **Libeth Katy Rodriguez Santa Cruz**
Proyecto / Obra : **Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras**
Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**
Fecha de vaciado :
Ensayo : **MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO**
Referencia : **ASTM C-1202-17**
Mezcla de concreto : **Adición 1.5%, f'c = 280kg/cm2- Cemento PACASMAYO**
Edad : **30 días**
Temperatura : **23 ± 2°C**
Muestras : **Probetas estandarizadas D-4"**
Tipo de Sellador : **Silicona líquida en las caras laterales**
Tipo de curado : **Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio**

DATOS DE LAS PROBETAS PARA EL ENSAYO DE PENETRACION DE ION CLORURO								
PROBETA_DP 280	DIAMETRO				ESPESOR			
	Muestra	D 10mm	D 20mm	D 30mm	Dprom (mm)	e-11mm	e-20mm	e-30mm
DP-1	102.1	103.0	102.3	102.46	45.45	45.45	45.45	45.45
DP-2	101.0	101.0	102.5	101.52	45.45	45.45	45.45	45.45
DP-3	101.9	102.5	102.1	102.16	45.45	45.45	45.45	45.45

Registro de Datos				
Dato N°	t (30min)	DP-1 in (A)	DP-2 in (A)	DP-3 in (A)
1	0	0.20210	0.202	0.20190
2	30	0.40210	0.402	0.40190
3	60	0.30210	0.302	0.30190
4	90	0.50210	0.502	0.50190
5	120	0.40210	0.402	0.40190
6	150	0.60210	0.602	0.60190
7	180	0.50210	0.502	0.50190
8	210	0.70210	0.702	0.70190
9	240	0.60210	0.602	0.60190
10	270	0.80210	0.802	0.80190
11	300	0.70210	0.702	0.70190
12	330	0.80210	0.802	0.80190



DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

	Q (coulombs)
DP-1	11563.47
DP-2	11567.268
DP-3	11565.108

$$Q = 900(I_0 + 2I_{20} + 2I_{40} + 2I_{60} + 2I_{220} + 2I_{150} + \dots + 2I_{210} + I_{300})$$

Donde:

- Q = Carga pasada (coulombs)
- I₀ = Corriente (amperios), inmediatamente despues de aplicar la tensión
- I = Corriente (amperios), t minutos despues de aplicar la tensión

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

	Qs (coulomb)
DP-1	9941.57
DP-2	10129.86
DP-3	10000.81
Promedio	10024.08

$$Q_s = Q \times \left(\frac{95}{D_{prom}} \right)^2$$

Donde:

- Q_s = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diametro
- Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de Dprom de diametro

COMPARACION:

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

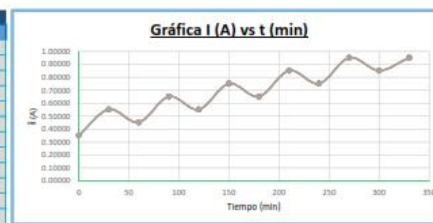
MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO	
DP-1	ALTA	30072.24
DP-2	ALTA	10024.08
DP-3	ALTA	
EVALUACION PROMEDIO	ALTA	



Solicitud de ensayo	:	2604A-23/ LEMS W&C
Solicitante	:	Libeth Katy Rodriguez Santa Cruz
Proyecto / Obra	:	
Ubicación	:	Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrelazado en zonas costeras
Fecha de vaciado	:	Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Ensayo	:	MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO
Referencia	:	ASTM C-1202-17
Mezcla de concreto	:	Adición 2%, f'c = 280kg/cm2- Cemento PACASMAYO
Edad	:	30 días
Temperatura	:	23 ± 2°C
Muestras	:	Probetas estandarizadas D=4"
Tipo de Sellador	:	Silicona líquida en las caras laterales
Tipo de curado	:	Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

DATOS DE LAS PROBETAS PARA EL ENSAYO DE PENETRACION DE ION CLORURO									
PROBETA DP 280	DIAMETRO				ESPESOR				
	Muestra	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	Dprom (mm)	h 1 (mm)	h 2 (mm)	h 3 (mm)	Dprom (mm)
DP-1		102.5	102.8	101.9	102.37	45.45	45.45	45.45	45.45
DP-2		101.5	101.5	102.5	101.80	45.45	45.45	45.45	45.45
DP-3		101.5	102.5	102.1	102.02	45.45	45.45	45.45	45.45

Registro de Datos				
Dato N°	t (59min)	DP-1 in (A)	DP-2 in (A)	DP-3 in (A)
1	0	0.35210	0.352	0.35190
2	30	0.55210	0.552	0.55190
3	60	0.45210	0.452	0.45190
4	90	0.65210	0.652	0.65190
5	120	0.55210	0.552	0.55190
6	150	0.75210	0.752	0.75190
7	180	0.65210	0.652	0.65190
8	210	0.85210	0.852	0.85190
9	240	0.75210	0.752	0.75190
10	270	0.95210	0.952	0.95190
11	300	0.85210	0.852	0.85190
12	330	0.95210	0.952	0.95190



DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

DP	Q (coulombs)
DP-1	14668.47
DP-2	14672.268
DP-3	14670.108

$$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$$

Donde:

- Q = Carga pasada (coulombs)
- I_n = Corriente (amperios), inmediatamente después de aplicar la tensión
- I = Corriente (amperios), 1 minutos después de aplicar la tensión

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

DP	Qs (coulombs)
DP-1	12632.42
DP-2	12776.75
DP-3	12719.84
Promedio	12709.67

$$Q_s = Q \times \left(\frac{95}{D_{prom}} \right)^2$$

Donde:

- Q_s = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diámetro
- Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de Dprom de diámetro

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

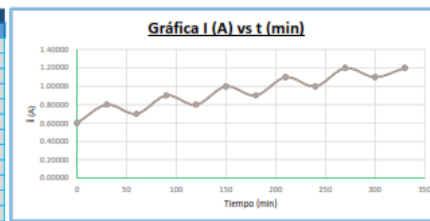
MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO	VALOR
DP-1	ALTA	38129.01
DP-2	ALTA	12709.67
DP-3	ALTA	
EVALUACION PROMEDIO	ALTA	



Solicitud de ensayo	:	2004A-23/ LEMS W&C
Solicitante	:	Lisbeth Katy Rodriguez Santa Cruz
Proyecto / Obra	:	
Ubicación	:	Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrelazado en zonas costeras
Fecha de vaciado	:	Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Ensayo	:	MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO
Referencia	:	ASTM C-1202-17
Mezcla de concreto	:	Adición 2.5%, f'c = 280kg/cm2- Cemento PACASMAYO
Edad	:	30 días
Temperatura	:	23 ± 2°C
Muestras	:	Probetas estandarizadas D=4"
Tipo de Sellador	:	Silicona líquida en las caras laterales
Tipo de curado	:	Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

DATOS DE LAS PROBETAS PARA EL ENSAYO DE PENETRACION DE ION CLORURO									
PROBETA_DP 28d	DIAMETRO				ESPESOR				
	Muestra	D 1(mm)	D 2(mm)	D 3(mm)	Dprom (mm)	c. 1(mm)	c. 2(mm)	c. 3(mm)	Dprom (mm)
DP-1		102.5	102.8	101.9	102.37	45.45	45.45	45.45	45.45
DP-2		101.5	101.5	102.5	101.80	45.45	45.45	45.45	45.45
DP-3		101.5	102.5	102.1	102.02	45.45	45.45	45.45	45.45

Registro de Datos				
Dato N°	t (Min)	DP-1 in (A)	DP-2 in (A)	DP-3 in (A)
1	0	0.60010	0.6	0.59990
2	30	0.80010	0.8	0.79990
3	60	0.70010	0.7	0.69990
4	90	0.90010	0.9	0.89990
5	120	0.80010	0.8	0.79990
6	150	1.00010	1	0.99990
7	180	0.90010	0.9	0.89990
8	210	1.10010	1.1	1.09990
9	240	1.00010	1	0.99990
10	270	1.20010	1.2	1.19990
11	300	1.10010	1.1	1.09990
12	330	1.20010	1.2	1.19990



DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

	Q (coulombs)
DP-1	19802.07
DP-2	19805.868
DP-3	19803.708

$$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{270} + I_{300})$$

Donde:

- Q = Carga pasada (coulombs)
- I = Corriente (amperios), inmediatamente despues de aplicar la tensión
- I = Corriente (amperios), t minutos despues de aplicar la tensión

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

	Qs (coulombs)
DP-1	17053.46
DP-2	17247.14
DP-3	17170.97
Promedio	17157.19

$$Q_s = Q \times \left(\frac{95}{D_{prom}} \right)^2$$

Donde:

- Qs = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diámetro
- Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de Dprom de diámetro

COMPARACION:

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

MUESTRAS

MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
DP-1	ALTA
DP-2	ALTA
DP-3	ALTA
EVALUACION PROMEDIO	ALTA



Solicitud de Ensayo : 2604A-23/ LEMS W&C
Solicitante : Lisbeth Katy Rodriguez Santa Cruz
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : Miércoles, 26 de abril del 2023

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	PATRON	01/01/2023	26/04/2023	115	2	3	98	794	793	0.45	0.057
M-2	PATRON	01/01/2023	26/04/2023	115	2	3	98	794	793	0.46	0.058
M-3	1% F. de Acero	01/01/2023	26/04/2023	115	2	3	98	960	959	0.37	0.039
M-4	1% F. de Acero	01/01/2023	26/04/2023	115	2	3	98	960	959	0.38	0.040
M-5	1.5% F. de Acero	01/01/2023	26/04/2023	115	2	3	98	900	900	0.17	0.019
M-6	1.5% F. de Acero	01/01/2023	26/04/2023	115	2	3	98	900	900	0.18	0.020
M-7	2% F. de Acero	01/01/2023	26/04/2023	115	2	3	98	1009	1009	0.13	0.013
M-8	2% F. de Acero	01/01/2023	26/04/2023	115	2	3	98	1009	1009	0.14	0.014
M-9	2.5% F. de Acero	01/01/2023	26/04/2023	115	2	3	98	895	895	0.09	0.010
M-10	2.5% F. de Acero	01/01/2023	26/04/2023	115	2	3	98	895	895	0.10	0.011

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904



Solicitud de ensayo	:	2604A-23/ LEMS W&C
Solicitante	:	Lisbeth Katy Rodriguez Santa cruz
Proyecto / Obra	:	Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras
Ubicación	:	Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura	:	Miércoles, 26 de abril del 2023
Inicio de ensayo	:	Lunes, 03 de junio del 2024
Fin de ensayo	:	Martes, 04 de junio del 2024
ENSAYO	:	Método de prueba estándar para Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de concreto reforzado con fibra restringida (usando un inserto de encofrado de acero)
NORMA	:	ASTM C1579 - 06
Mezcla de concreto	:	Convencional, f'c = 280kg/cm2
R a/c diseño	:	0.42
Adición	:	No
Muestras	:	Panel de Concreto en moldes profundidad de 100 ± 5 mm y dimensiones rectangulares de 355 ± 10 mm por 560 ± 15 mm
Instrumentos	:	Anemómetro, Termómetro Digital, Sensor de Humedad Cámara Ambiental de simulación, Ventilador, Fisurómetro Varilla Normalizada de punta semiesférica, Martillo de goma, Badilejo
Temperatura	:	23 ± 2°C
Velocidad de viento	:	4.7 m/s
Humedad Relativa	:	65%
Tasa de evaporación	:	1.0 kg / m ² · H
Hora de Inicio	:	10:30:00 am

PANEL DE CONTROL N° 01										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
03/06/2024	10:30	12.00	720	560	350	100	0.196	A-A	0.56	0.57
04/06/2024	10:30	24.00	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.58	
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)										0.57

PANEL DE CONTROL N° 02										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
03/06/2024	10:30	12.00	720	560	350	100	0.196	A-A	0.55	0.55
04/06/2024	10:30	24.00	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.55	
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)										0.55

Promedio de ancho de fisuras en dos Paneles 0.56 mm

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904



Solicitud de ensayo	:	2604A-23/ LEMS W&C
Solicitante	:	Lisbeth Katy Rodriguez Santa cruz
Proyecto / Obra	:	Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras
Ubicación	:	Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura	:	Miércoles, 26 de abril del 2023
Inicio de ensayo	:	Martes, 04 de junio del 2024
Fin de ensayo	:	Miércoles, 05 de junio del 2024
ENSAYO	:	Método de prueba estándar para Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de concreto reforzado con fibra restringida (usando un inserto de encofrado de acero)
NORMA	:	ASTM C1579 - 06
Mezcla de concreto	:	Experimental, $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 1\% \text{FAE}$
R a/c diseño	:	0.42
Adición	:	1% de fibra de acero entrefilado
Muestras	:	Panel de Concreto en moldes profundidad de 100 ± 5 mm y dimensiones rectangulares de 355 ± 10 mm por 560 ± 15 mm
Instrumentos	:	Anemómetro, Termómetro Digital, Sensor de Humedad Cámara Ambiental de simulación, Ventilador, Fisurómetro Varilla Normalizada de punta semiesférica, Martillo de goma, Badilejo
Temperatura	:	$23 \pm 2^\circ\text{C}$
Velocidad de viento	:	4.7 m/s
Humedad Relativa	:	65%
Tasa de evaporación	:	1.0 kg / m ² · H
Hora de Inicio	:	10:30:00 am

PANEL DE CONTROL N° 01										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
04/06/2024	10:30	24.00	1440	560	350	100	0.196	A-A	0.25	0.26
05/06/2024	10:30	24.00	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.27	
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)										0.26

PANEL DE CONTROL N° 02										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
04/06/2024	10:30	24.00	1440	560	350	100	0.196	A-A	0.22	0.23
05/06/2024	10:30	24.00	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.24	
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)										0.23

Promedio de ancho de fisuras en dos Paneles

0.25 mm

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904



Solicitud de ensayo	:	2604A-23/ LEMS W&C
Solicitante	:	Lisbeth Katy Rodríguez Santa cruz
Proyecto / Obra	:	Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras
Ubicación	:	Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura	:	Miércoles, 26 de abril del 2023
Inicio de ensayo	:	Miércoles, 05 de junio del 2024
Fin de ensayo	:	Jueves, 06 de junio del 2024
ENSAYO	:	Método de prueba estándar para Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de concreto reforzado con fibra restringida (usando un inserto de encofrado de acero)
NORMA	:	ASTM C1579 - 06
Mezcla de concreto	:	Experimental, f'c = 280kg/cm² + 1.5%FAE
R a/c diseño	:	0.42
Adición	:	1.5% de fibra de acero entrefilado
Muestras	:	Panel de Concreto en moldes profundidad de 100 ± 5 mm y dimensiones rectangulares de 355 ± 10 mm por 560 ± 15 mm
Instrumentos	:	Anemómetro, Termómetro Digital, Sensor de Humedad Cámara Ambiental de simulación, Ventilador, Fisurómetro Varilla Normalizada de punta semiesférica, Martillo de goma, Badilejo
Temperatura	:	23 ± 2°C
Velocidad de viento	:	4.7 m/s
Humedad Relativa	:	65%
Tasa de evaporación	:	1.0 kg / m ² · H
Hora de Inicio	:	10:30:00 am

PANEL DE CONTROL N° 01										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
05/06/2024	10:30	24.00	1440	560	350	100	0.196	A-A	0.100	0.095
06/06/2024	10:30	24.00	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.090	
									Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)	0.095

PANEL DE CONTROL N° 02										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
05/06/2024	10:30	24.00	1440	560	350	100	0.196	A-A	0.080	0.075
06/06/2024	10:30	24.00	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.070	
									Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)	0.075

Promedio de ancho de fisuras en dos Paneles

0.09 mm

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904


Solicitud de ensayo	:	2604A-23/ LEMS W&C
Solicitante	:	Lisbeth Katy Rodriguez Santa cruz
Proyecto / Obra	:	Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras
Ubicación	:	Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura	:	Miércoles, 26 de abril del 2023
Inicio de ensayo	:	Jueves, 06 de junio del 2024
Fin de ensayo	:	Viernes, 07 de junio del 2024
ENSAYO	:	Método de prueba estándar para Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de concreto reforzado con fibra restringida (usando un inserto de encofrado de acero)
NORMA	:	ASTM C1579 - 06
Mezcla de concreto	:	Experimental, f'c = 280kg/cm2 + 2.0%FAE
R a/c diseño	:	0.42
Adición	:	2% de fibra de acero entrefilado
Muestras	:	Panel de Concreto en moldes profundidad de 100 ± 5 mm y dimensiones rectangulares de 355 ± 10 mm por 560 ± 15 mm
Instrumentos	:	Anemómetro, Termómetro Digital, Sensor de Humedad Cámara Ambiental de simulación, Ventilador, Fisurómetro Varilla Normalizada de punta semiesférica, Martillo de goma, Badilejo
Temperatura	:	23 ± 2°C
Velocidad de viento	:	4.7 m/s
Humedad Relativa	:	65%
Tasa de evaporación	:	1.0 kg / m ² · H
Hora de Inicio	:	10:30:00 am

PANEL DE CONTROL N° 01										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
06/06/2024	10:30	24.00	1440	560	350	100	0.196	A-A	0.03	0.03
07/06/2024	10:30	24.00	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.02	
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)										0.03

PANEL DE CONTROL N° 02										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
06/06/2024	10:30	24.00	1440	560	350	100	0.196	A-A	0.03	0.02
07/06/2024	10:30	24.00	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.02	
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)										0.02

Promedio de ancho de fisuras en dos Paneles

0.03 mm

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904


Solicitud de ensayo	:	2604A-23/ LEMS W&C
Solicitante	:	Lisbeth Katy Rodríguez Santa cruz
Proyecto / Obra	:	Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto adicionando fibras de acero entrefilado en zonas costeras
Ubicación	:	Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura	:	Miércoles, 26 de abril del 2023
Inicio de ensayo	:	Viernes, 07 de junio del 2024
Fin de ensayo	:	Sábado, 08 de junio del 2024
ENSAYO	:	Método de prueba estándar para Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de concreto reforzado con fibra restringida (usando un inserto de encofrado de acero)
NORMA	:	ASTM C1579 - 06
Mezcla de concreto	:	Experimental, $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 2.5\%FAE$
R a/c diseño	:	0.42
Adición	:	2.5% de fibra de acero entrefilado
Muestras	:	Panel de Concreto en moldes profundidad de 100 ± 5 mm y dimensiones rectangulares de 355 ± 10 mm por 560 ± 15 mm
Instrumentos	:	Anemómetro, Termómetro Digital, Sensor de Humedad Cámara Ambiental de simulación, Ventilador, Fisurómetro Varilla Normalizada de punta semiesférica, Martillo de goma, Badilejo
Temperatura	:	$23 \pm 2^\circ\text{C}$
Velocidad de viento	:	4.7 m/s
Humedad Relativa	:	65%
Tasa de evaporación	:	$1.0 \text{ kg} / \text{m}^2 \cdot \text{H}$
Hora de Inicio	:	10:30:00 am

PANEL DE CONTROL N° 01										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
07/06/2024	10:30	24.00	1440	560	350	100	0.196	A-A	0.00	0.00
08/06/2024	10:30	24.00	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.00	
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)										0.00

PANEL DE CONTROL N° 02										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
07/06/2024	10:30	24.00	1440	560	350	100	0.196	A-A	0.00	0.00
08/06/2024	10:30	24.00	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.00	
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)										0.00

Promedio de ancho de fisuras en dos Paneles

NP

OBSERVACIONES:

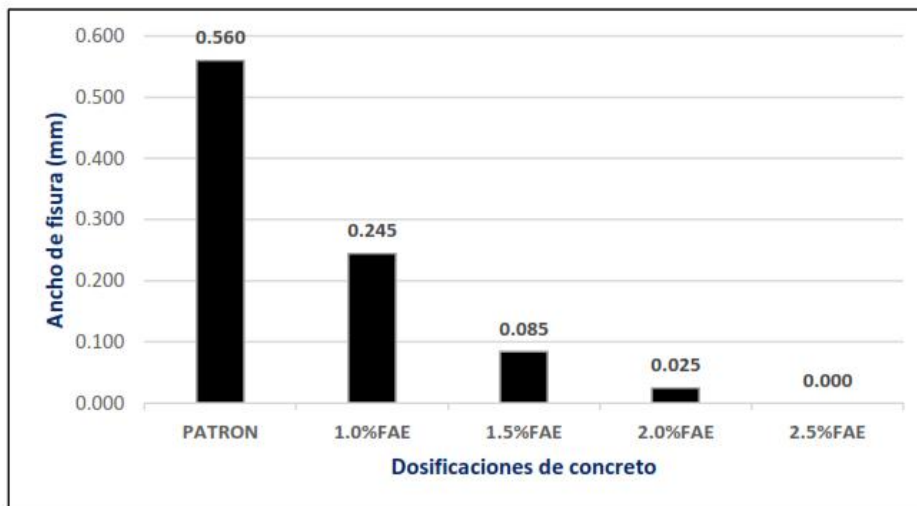
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
 WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904


Promedio de ancho de fisuras en dos Paneles

PANEL DE CONTROL	PATRON	0.560 mm
PANEL DE MUESTRA EXPERIMENTAL 1%FAE	1.0%FAE	0.245 mm
PANEL DE MUESTRA EXPERIMENTAL 1.5%FAE	1.5%FAE	0.085 mm
PANEL DE MUESTRA EXPERIMENTAL 2%FAE	2.0%FAE	0.025 mm
PANEL DE MUESTRA EXPERIMENTAL 2.5%FAE	2.5%FAE	NP mm




LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904



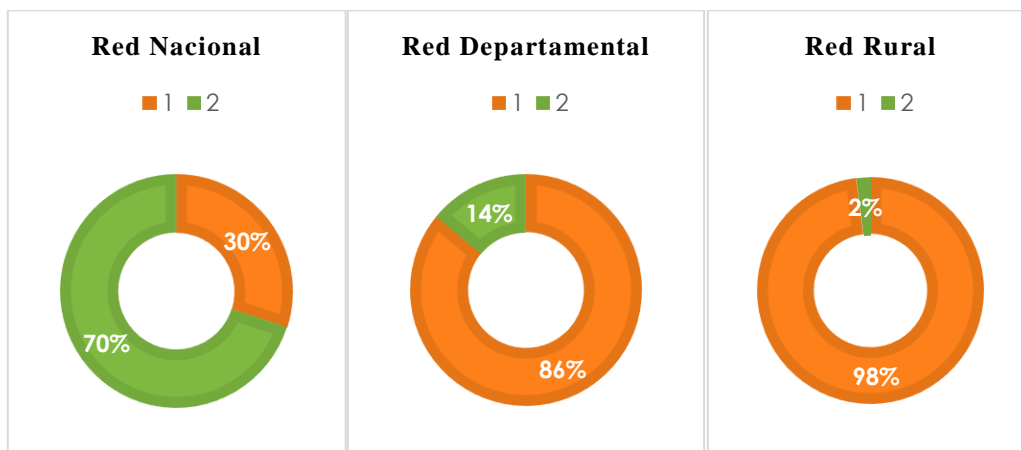


Figura 135: Estadístico de la superficie del País, según el Ministerio de Transportes, fuente: [6, p. 1]



Figura 136: Ensayo de Slump para un concreto patrón 280 kg/cm². Fuente: Elaboración Propia.



Figura 137: Ensayo de Slump para 1% de adición de Sika Fiber CHO 80/60 NB. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 138: Ensayo de Slump para 1.5% de adición de Sika Fiber CHO 80/60 NB. Fuente: Elaboración Propia.

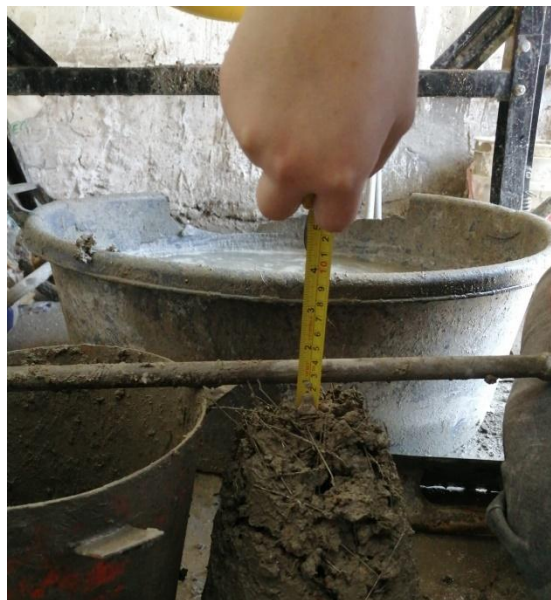


Figura 139: Ensayo de Slump para 2.5% de adición de Sika Fiber CHO 80/60 NB. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 140: Rotura de un testigo a 14 días para el ensayo de Tracción (concreto patrón). Fuente: Elaboración Propia.



Figura 141: Rotura de un segundo testigo a 14 días para el ensayo de Tracción (concreto patrón). Fuente: Elaboración Propia.



Figura 142: Rotura de una probeta a 1 d del concreto patrón. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 143: Rotura de una segunda probeta a 1 d del concreto patrón. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 144: Rotura de una probeta para ensayo Resistencia a la Compresión a 3 días con 1% adición. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 145: Rotura de una segunda probeta para ensayo Resistencia a la Compresión a 3 días con 1% adición. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 146: Rotura del concreto patrón a 7 días para el ensayo de Resistencia a la Compresión. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 147: Rotura de un segundo testigo de concreto patrón a 7 días para el ensayo de Resistencia a la Compresión. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 148: Rotura de un tercer testigo de concreto patrón a 7 días para el ensayo de Resistencia a la Compresión. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 149: Rotura de una viga ensayada. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 150: Rotura de una probeta a 14 días para el ensayo de Tracción diametral (1.5% de adición). Fuente: Elaboración Propia.



Figura 151: Rotura de una probeta a 14 días para el ensayo de Tracción diametral (1% de adición). Fuente: Elaboración Propia.



Figura 152: Rotura de una probeta a 21 días para el ensayo de Resistencia a la Compresión (1% de adición). Fuente: Elaboración Propia.



Figura 153: Rotura de una segunda probeta a 21 días para el ensayo de Resistencia a la Compresión (1% de adición). Fuente: Elaboración Propia.



*Figura 154: Rotura de una tercera probeta a 21 días para el ensayo de Resistencia a la Compresión (1% de adición).
Fuente: Elaboración Propia.*



*Figura 155: Probeta cilíndrica con adición de 2.5% de fibra de acero para el ensayo de Tracción Diametral. Fuente:
Elaboración Propia.*



Figura 156: Segunda probeta cilíndrica con adición de 2.5% de fibra de acero para el ensayo de Tracción Diametral. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 157: Probeta cilíndrica con adición de 2% de fibra de acero para el ensayo de Tracción Diametral. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 158: Rotura a Tracción de una probeta a 2% de adición de fibra de acero. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 159: Rotura a Tracción de una probeta a 2.5% de adición de fibra de acero. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 160: Proceso de rotura a tracción de las probetas ensayadas por Permeabilidad. Fuente: Propia.



Figura 161: Proceso de marcado de la probeta patrón para determinar su Penetración de agua. Fuente: Propia.



Figura 162: Marcación finalizada de la probeta patrón para el ensayo de Permeabilidad. Fuente: Propia.



Figura 163: Proceso de medición de las probetas ensayadas para determinar sus valores. Fuente: Propia.



Figura 164: Proceso de rotura 1% ensayo de Permeabilidad. Fuente: Propia.



Figura 165: Proceso de rotura 1.5% para Permeabilidad. Fuente: Propia.



Figura 166: Proceso de rotura 2% para el ensayo de Permeabilidad. Fuente: Propia.



Figura 167: Proceso de rotura 2.5% para el ensayo de Permeabilidad. Fuente: Propia.



Figura 168: Peso de la probeta patrón para el ensayo de Capilaridad. Fuente: Propia.



Figura 169: Peso de la probeta de 1% para el ensayo de Capilaridad. Fuente: Propia.



Figura 170: Peso de la probeta 2% para el ensayo de Permeabilidad. Fuente: Propia.



Figura 171: Peso de la probeta 2% para el ensayo de Capilaridad. Fuente: Propia.



Figura 172: Peso de la probeta 2.5% para el ensayo de Permeabilidad. Fuente: Propia.



Figura 173: Molde para el ensayo de fisuración.



Figura 174: Proceso de llenado de moldes para el ensayo de fisuración.



Figura 175: Llenado parcial primer molde, con 0% porcentaje de adición.



Figura 176: Primer molde realizado para el ensayo de fisuración.



Figura 177: Llenado de los dos moldes a utilizar para el ensayo, concreto patrón.



Figura 178: Llenado de los dos moldes a utilizar para el ensayo, concreto 1% de adición.



Figura 179: Llenado de los dos moldes a utilizar para el ensayo, con adición.



Figura 180: Moldes realizados para el proceso de fisuración.



Figura 181: El resto de moldes empleados para el ensayo de fisuración.