



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Propiedades mecánicas y físicas del concreto adicionando macro
fibra sintética y microfibra acrílica con aditivo superplastificante
aplicada en vigas

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Gonzales Rosas, Carlos Steve (orcid.org/0000-0002-9722-1728)

Ramos Ccente, Crisly Johana (orcid.org/0000-0001-9960-5285)

ASESOR:

Dr. Requis Carbajal, Luis Villar (orcid.org/0000-0002-3816-7047)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2023

Dedicatoria

A Dios por iluminar mi vida y proteger a mi familia, por darme fortaleza para cumplir mi meta. A mis padres Carlos y Carmen por su apoyo incondicional en todo momento y por siempre motivarme a salir adelante y no rendirme. A mi pareja e hija quienes fueron mi motivación para cumplir mi meta.

Carlos Gonzales

En primer lugar, a Dios. Quien es el que nos dio vida y salud para lograr nuestras metas y ser nuestra fortaleza espiritual en todo momento y por guiarnos en nuestro camino para cumplir con nuestro sueño, además de su infinito amor. A mis padres Hugo y Sonia por brindarme su apoyo incondicional para poder cumplir mi meta, por sus buenos consejos y motivación.

Crisly Ramos

Agradecimiento

En primer lugar, agradecer a Dios por bendecir nuestra vida, ser el apoyo y fortaleza en todo momento en nuestro camino. También un agradecimiento especial al Dr. Luis Villar Requis Carbajal por apoyarnos en nuestro desarrollo de investigación para convertirnos en profesionales. Por último, a nuestros padres por apoyarnos en todo momento y motivarnos a culminar nuestra investigación.

Crisly Ramos y Carlos Gonzales

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	viii
Resumen	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	22
3.1. Tipo y diseño de investigación	22
3.2. Variables y Operacionalización	22
3.3. Población, muestra y muestreo	22
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos	23
3.5. Procedimiento	25
3.6. Método de análisis de datos.....	43
3.7. Aspectos éticos	43
IV. RESULTADOS	44
V. DISCUSIÓN	120
VI. CONCLUSIONES.....	121
VII. RECOMENDACIONES.....	125
REFERENCIAS	126

Índice de tablas

Tabla 1.	Población de estudio	23
Tabla 2.	Normativas aplicadas para los ensayos.....	24
Tabla 3.	Coeficiente de confiabilidad	24
Tabla 4.	Calculo del valor de fiabilidad con Alfa de Cronbach	25
Tabla 5.	Resumen de proceso de datos	25
Tabla 6.	Estadística total de elementos	25
Tabla 7.	Estadística de Alfa de Cronbach.....	25
Tabla 8.	Módulo de finura del agregado fino.....	44
Tabla 9.	Huso granulométrico (Norma ASTM C-33)	44
Tabla 10.	Módulo de finura (Agregado grueso)	46
Tabla 11.	Huso granulométrico (Norma ASTM C-33)	46
Tabla 12.	PUS (Agregado fino).....	48
Tabla 13.	PUC (Agregado fino)	48
Tabla 14.	Resultados de PUS y PUC (agregado fino)	49
Tabla 15.	PUS (Agregado grueso)	49
Tabla 16.	PUC (Agregado grueso)	50
Tabla 17.	Resultados de PUS y PUC (Agregado grueso)	51
Tabla 18.	Porcentaje de absorción (Agregado fino).....	51
Tabla 19.	Porcentaje de absorción (Agregado grueso).....	52
Tabla 20.	Dosificación del concreto patrón	53
Tabla 21.	Dosificación del concreto adicionando 1.5% MS y 0.8% AS	53
Tabla 22.	Dosificación del concreto adicionando 0.9% MS y 0.8% AS	53
Tabla 23.	Dosificación del concreto adicionando 1.5% MS y 1.1% AS	54
Tabla 24.	Dosificación del concreto adicionando 0.9% MS y 1.1% AS	54
Tabla 25.	Dosificación del concreto adicionando 1.5% MA y 0.8% AS	54
Tabla 26.	Dosificación del concreto adicionando 0.9% MA y 0.8% AS	55
Tabla 27.	Dosificación del concreto adicionando 1.5% MA y 1.1% AS	55
Tabla 28.	Dosificación del concreto adicionando 0.9% MA y 1.1% AS	55
Tabla 29.	Asentamiento de diseño patrón y macro fibra sintética con aditivo. 56	
Tabla 30.	Asentamiento de diseño patrón y microfibra acrílica con aditivo ...	57
Tabla 31.	Peso Unitario de diseño patrón y macro fibra sintética con aditivo. 59	
Tabla 32.	Peso Unitario de diseño patrón y microfibra acrílica con aditivo....	60
Tabla 33.	Ensayo de compresión de MS + AS de 7 días.....	61

Tabla 34.	Ensayo a compresión de MA + AS de 7 días.....	63
Tabla 35.	Ensayo de compresión de MS + AS de 14 días.....	64
Tabla 36.	Resistencia a compresión de MA + AS de 14 días.	66
Tabla 37.	Ensayo de compresión de MS + AS de 28 días.....	67
Tabla 38.	Ensayo a compresión de MA + AS de 28 días.....	68
Tabla 39.	Resistencia a compresión 7, 14 y 28 días adicionando MS y AS..	70
Tabla 40.	Resistencia a compresión 7, 14 y 28 días adicionando MA y AS..	71
Tabla 41.	Ensayo de flexión de MS + AS de 14 días.....	73
Tabla 42.	Ensayo de flexión de MA + AS de 14 días.....	74
Tabla 43.	Ensayo de flexión de MS + AS de 28 días.....	76
Tabla 44.	Ensayo de flexión de MA + AS de 28 días.....	77
Tabla 45.	Resistencia a flexión 7, 14 y 28 días adicionando MS y AS.....	78
Tabla 46.	Resistencia a flexión 7, 14 y 28 días adicionando MA y AS.....	80
Tabla 47.	Prueba de normalidad del peso unitario con MS y AS.....	87
Tabla 48.	Prueba Tukey del peso unitario con MS y AS.....	88
Tabla 49.	Medias para los grupos del peso unitario con MS y AS.....	88
Tabla 50.	Prueba de normalidad del asentamiento con MS y AS.....	89
Tabla 51.	Prueba Tukey del asentamiento con MS y AS.....	90
Tabla 52.	Medias para los grupos del asentamiento con MS y AS.....	90
Tabla 53.	Prueba de normalidad de peso unitario con MA y AS.....	91
Tabla 54.	Prueba Tukey del peso unitario de MA y AS.....	92
Tabla 55.	Medias para realizar el peso unitario de los grupos con MA y AS.	92
Tabla 56.	Prueba de normalidad del asentamiento con MA y AS.....	93
Tabla 57.	Prueba Tukey del asentamiento con MA y AS.....	94
Tabla 58.	Medias para los grupos del asentamiento con MA y AS.....	95
Tabla 59.	Prueba de normalidad de resistencia a compresión con MS y AS	96
Tabla 60.	Prueba Tukey de resistencia a compresión con MS y AS.....	97
Tabla 61.	Medias para los grupos de resistencia a compresión con MS y AS	97
Tabla 62.	Prueba de normalidad de resistencia a flexión con MS y AS.....	98
Tabla 63.	Prueba Tukey de resistencia a flexión con MS y AS.....	99
Tabla 64.	Medias para los grupos de resistencia a flexión con MS y AS.....	99
Tabla 65.	Prueba de normalidad de resistencia a compresión con MA y AS	100
Tabla 66.	Prueba Tukey a compresión MA y AS.....	101
Tabla 67.	Medias para la resistencia a compresión con MA y AS.....	102

Tabla 68.	Prueba de normalidad de resistencia a flexión con MA y AS	103
Tabla 69.	Prueba Tukey a flexión con MA y AS.....	104
Tabla 70.	Medias para la resistencia a flexión MA y AS.	104
Tabla 71.	Resumen del diseño factorial 2 ² con MS y AS para compresión 105	
Tabla 72.	Resumen del diseño factorial 2 ² con MS y AS para flexión	109
Tabla 73.	Resumen del diseño factorial 2 ² con MA y AS para compresión 113	
Tabla 74.	Resumen del diseño factorial 2 ² con MA y AS para flexión	116

Índice de figuras

Figura 1.	Macro fibra sintética.....	17
Figura 2.	Microfibra acrílica	17
Figura 3.	Aditivo superplastificante Sikament 290.....	18
Figura 4.	Cuarteo de agregados	26
Figura 5.	Contenido de humedad NTP 339.127	26
Figura 6.	Ensayo de granulometría de los agregados.....	27
Figura 7.	Ensayo de peso unitario suelto de los agregados	27
Figura 8.	Ensayo de peso unitario compactado de agregados	28
Figura 9.	Ensayo peso específico del agregado grueso.....	28
Figura 10.	Colocación del agregado al horno y saturado	29
Figura 11.	Ensayo de gravedad específica del agregado fino.....	30
Figura 12.	Diseño de mezcla patrón	30
Figura 13.	Diseño de mezcla con adición de macro fibra 1.5% y aditivo 1.1% 31	
Figura 14.	Diseño de mezcla con adición de macro fibra 0.9% y aditivo 1.1% 31	
Figura 15.	Diseño de mezcla con adición de macro fibra 1.5% y aditivo 0.8% 32	
Figura 16.	Diseño de mezcla con adición de macro fibra 0.9% y aditivo 0.8% 32	
Figura 17.	Diseño de mezcla con adición de microfibra 1.5% y aditivo 1.1% .	33
Figura 18.	Diseño de mezcla con adición de microfibra 0.9% y aditivo 1.1% .	33
Figura 19.	Diseño de mezcla con adición de microfibra 1.5% y aditivo 0.8% .	34
Figura 20.	Diseño de mezcla con adición de microfibra 0.9% y aditivo 0.8% .	34
Figura 21.	Asentamiento de diseño mezcla patrón	35
Figura 22.	Asentamiento de mezcla con adición de macro fibra 1.5%, 0.9% y aditivo 1.1%, 0.8%	35
Figura 23.	Asentamiento de mezcla con adición de microfibra 1.5%, 0.9% y aditivo 1.1%, 0.8%	36
Figura 24.	Peso unitario concreto patrón	36
Figura 25.	Peso unitario macro fibra y aditivo	37
Figura 26.	Peso unitario microfibra y aditivo	37
Figura 27.	Elaboración de testigos de concreto adicionando microfibra y aditivo superplastificante	38

Figura 28. Elaboración de testigos de concreto adicionando macro fibra y aditivo superplastificante	39
Figura 29. Curados de testigos de concreto	39
Figura 30. Rotura de ensayos a compresión	40
Figura 31. Rotura de ensayos a flexión.	40
Figura 32. Curva granulométrica (Agregado fino)	45
Figura 33. Tamizaje del agregado fino.....	45
Figura 34. Curva granulométrica (Agregado grueso)	47
Figura 35. Tamizado del agregado grueso	47
Figura 36. Ensayo PUS (Agregado fino)	48
Figura 37. Gráfico de peso unitario(Agregado fino)	49
Figura 38. Ensayo PUS agregado grueso	50
Figura 39. Ensayo PUC agregado grueso	51
Figura 40. Gráfico de peso unitario(Agregado grueso)	51
Figura 41. Gráfico de absorcion del agregado fino y grueso.....	52
Figura 42. Asentamiento de los ensayos con adición de MS y AS.....	56
Figura 43. Asentamiento de los ensayos con adición de MA y AS.....	58
Figura 44. Peso unitario de los ensayos con adición de MS y AS.....	59
Figura 45. Peso unitario de los ensayos con adición de MA y AS.....	60
Figura 46. Ensayos de compresión del concreto adicionando MS y AS (7 Días) 62	
Figura 47. Ensayos de compresión del concreto adicionando MA y AS (7Días) 63	
Figura 48. Ensayos de compresión del concreto adicionando MS y AS (14 Días) 65	
Figura 49. Ensayos de compresión del concreto adicionando MS y AS (14 Días) 66	
Figura 50. Ensayos de compresión del concreto adicionando MS y AS (28 Días) 68	
Figura 51. Ensayos de compresión del concreto adicionando MA y AS	69
Figura 52. Resistencia a compresión a los 7,14 y 28 con MS y AS	71
Figura 53. Resistencia a compresión a los 7,14 y 28 con MA y AS	72
Figura 54. Ensayos de flexión del concreto adicionando MS y AS (14 Días) .	73
Figura 55. Ensayos de flexión del concreto adicionando MA y AS (14 Días) .	75
Figura 56. Ensayos de flexión del concreto adicionando MS y AS (28 Días) .	76
Figura 57. Ensayos de flexión del concreto adicionando MA y AS (28 Días) .	78
Figura 58. Resistencia a flexión a los 14 y 28 con MS y AS	79

Figura 59.	Resistencia a flexión a los 14 y 28 con MA y AS	80
Figura 60.	Coeficiente de variables MS y AS (Compresión)	81
Figura 61.	Ecuación de regresión MS y AS (Compresión)	81
Figura 62.	Interpretación de ecuación MS y AS para compresión.....	81
Figura 63.	Representación gráfica en 3D de MS y AS para compresión.....	81
Figura 64.	Representación gráfica de contorno de MS y AS para compresión 82	
Figura 65.	Coeficiente de variables MS y AS (Flexión)	82
Figura 66.	Ecuación de regresión de MS y AS (Flexión).....	83
Figura 67.	Interpretacion de ecuacion de MS y AS (Flexión)	83
Figura 68.	Gráfica 3D de MS y AS para flexión	83
Figura 69.	Gráfica de contorno de MS y AS para flexión	83
Figura 70.	Coeficientes de variables MA y AS (Compresión).....	84
Figura 71.	Ecuación de regresión MA y AS para compresión	84
Figura 72.	Interpretación de ecuación de MS y AS para compresión.....	84
Figura 73.	Representación gráfica 3D MA y AS (Compresión)	85
Figura 74.	Representación gráfica de contorno de MS y AS para compresión 85	
Figura 75.	Coeficientes de variables MA y AS (Flexión)	85
Figura 76.	Ecuación de regresión MA y AS para flexión	86
Figura 77.	Interpretación de ecuacion MA y AS para flexión.....	86
Figura 78.	Representación gráfica en 3D de ecuación MA y AS para flexión	86
Figura 79.	Representación gráfica de contorno de MS y AS para flexión	86
Figura 80.	Análisis de varianza del peso unitario con MS y AS	87
Figura 81.	Gráfica de medias del peso unitario con MS y AS	88
Figura 82.	Análisis de varianza del asentamiento con MS y AS.....	89
Figura 83.	Gráfica de medias del asentamiento con MS y AS	90
Figura 84.	Análisis de varianza del peso unitario con MA y AS.....	92
Figura 85.	Gráfica de medias del peso unitario con MA y AS.	93
Figura 86.	Análisis de varianza del asentamiento con MA y AS.....	94
Figura 87.	Gráfica de medias del asentamiento con MA y AS.	95
Figura 88.	Análisis de varianza de resistencia a compresión con MS y AS ...	96
Figura 89.	Gráfica de medias resistencia a compresión con MS y AS	97
Figura 90.	Análisis de varianza de resistencia a flexión con MS y AS	99
Figura 91.	Gráfica de medias de resistencia a flexión con MS y AS	100
Figura 92.	Análisis de varianza del concreto en compresión con MA y AS. .	101

Figura 93.	Gráfica de medias de la resistencia compresión con MA y AS ...	102
Figura 94.	Análisis de varianza del concreto en compresión con MA y AS ..	103
Figura 95.	Gráfica de medias de la resistencia flexión con MA y AS	104
Figura 96.	Resumen del modelo de MS y AS	105
Figura 97.	Análisis de varianza de MS y AS	106
Figura 98.	Gráfico del diagrama de Pareto de MS y AS	106
Figura 99.	Gráfica de efectos principales con MS y AS	107
Figura 100.	Gráfica de interacción de MS y AS	108
Figura 101.	Gráfica de cubos (medias ajustadas) con MS y AS	108
Figura 102.	Resumen del modelo de MS y AS	109
Figura 103.	Análisis de varianza de MS y AS	110
Figura 104.	Gráfico del diagrama de Pareto de MS y AS	110
Figura 105.	Gráfica de efectos principales con MS y AS	111
Figura 106.	Gráfica de interacción de MS y AS	111
Figura 107.	Gráfica de cubos (medias ajustadas) con MS y AS	112
Figura 108.	Resumen del modelo de MA y AS	113
Figura 109.	Análisis de varianza de MA y AS	113
Figura 110.	Gráfico del diagrama de Pareto de MA y AS	114
Figura 111.	Gráfica de efectos principales con MA y AS	114
Figura 112.	Gráfica de interacción de MA y AS	115
Figura 113.	Gráfica de cubos (medias ajustadas) con MA y AS	115
Figura 114.	Resumen del modelo.....	116
Figura 115.	Análisis de varianza de MA y AS	117
Figura 116.	Gráfico del diagrama de Pareto de MA y AS	117
Figura 117.	Gráfica de efectos principales con MA y AS	118
Figura 118.	Gráfica de interacción de MA y AS	118
Figura 119.	Gráfica de cubos con MA y AS	119

Resumen

La presente investigación está titulada como “Propiedades mecánicas y físicas del concreto adicionando macro fibra sintética y microfibra acrílica con aditivo superplastificante aplicada en vigas”, en el cual se tuvo como objetivo principal modificar las propiedades mecánicas y físicas del concreto aplicada en viga con adición de macro fibra y microfibra con superplastificante.

Se obtuvo una mezcla convencional de concreto estructural $f'c=210$ kg/cm², en donde se tuvo tres muestras para cada dosificación, donde se adicionó porcentualmente la macro fibra en 1.5% MS + 1.1% AS, 0.9% MS + 1.1% AS, 1.5% MS + 0.8% AS, 0.9% MS + 0.8% AS y la microfibra en 1.5% MS + 1.1% AS, 0.9% MS + 1.1% AS, 1.5% MS + 0.8% AS, 0.9% MS + 0.8% AS.

El porcentaje adecuado para adicionar al concreto con macro fibra y aditivo para una resistencia a flexión es de 1.5%MS 0.8%AS donde obtuvo la mayor resistencia de $f'r= 54.66$ kg/cm² con solo 14 días teniendo un incremento de 37.33% a comparación del concreto patrón de $f'r= 39.8$ kg/cm² de 14 días y el porcentaje óptimo para adicionar al concreto con microfibra y aditivo para una resistencia a compresión es 0.9%MA 1.1%AS donde obtuvo la mayor resistencia de $f'c =299.63$ kg/cm² a los 28 días teniendo un incremento de 18.34% respecto al concreto patrón de $f'c=253.2$ kg/cm². De igual forma podemos indicar que en el caso de macro fibra es adecuado utilizar más macro fibra y menos aditivo ya que así actúan favorablemente en la resistencia del concreto, en el caso de microfibra es recomendable utilizar menor porcentaje de la fibra y mayor porcentaje de aditivo ya que presento una resistencia favorable.

Se concluye que al adicionar estas fibras con aditivo mejoran las propiedades mecánicas del concreto y es recomendable utilizar para estructuras que ejercen flexión y de esta forma mejorar la resistencia del concreto.

Palabras clave: Microfibra acrílica, macro fibra sintética, superplastificante, resistencia a compresión y resistencia a flexión.

Abstract

The present research is entitled as "Mechanical and physical properties of concrete adding macro synthetic fiber and acrylic microfiber with super plasticizing additive applied in beams", in which the main objective was to modify the mechanical and physical properties of concrete applied in beam with addition of macro fiber and microfiber with superplasticizer.

A conventional mixture of structural concrete $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ was obtained, where three samples were obtained for each dosage, where the macro fiber was added in percentage at 1.5% MS + 1.1% AS, 0.9% MS + 1.1% AS, 1.5% MS + 0.8% AS, 0.9% MS + 0.8% AS and microfiber in 1.5% MS + 1.1% AS, 0.9% MS + 1.1% AS, 1.5% MS + 0.8% AS, 0.9% MS + 0.8% AS.

The appropriate percentage to add to the concrete with macro fiber and additive for flexural resistance is 1.5%MS 0.8%AS where it obtained the highest resistance of $f'r = 54.66 \text{ kg/cm}^2$ with only 14 days having an increase of 37.33% to comparison of the standard concrete of $f'r = 39.8 \text{ kg/cm}^2$ of 14 days and the optimal percentage to add to the concrete with microfiber and additive for compressive strength is 0.9%MA 1.1%AS where the highest resistance of $f'c = 299.63 \text{ kg/cm}^2$ at 28 days, having an increase of 18.34% with respect to the concrete pattern of $f'c = 253.2 \text{ kg/cm}^2$. In the same way we can indicate that in the case of macro fiber it is appropriate to use more macro fiber and less additive since this way they act favorably on the resistance of the concrete, in the case of microfiber it is advisable to use a lower percentage of fiber and a higher percentage of additive since I present a favorable resistance.

It is concluded that by adding these fibers with additive improve the mechanical properties of concrete and it is advisable to use for structures that exert bending and thus improve the strength of concrete.

Keywords: Acrylic microfiber, synthetic macro fiber, Superplasticizer, compressive strength and flexural strength.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, REQUIS CARBAJAL LUIS VILLAR, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis Completa titulada: "Propiedades mecánicas y físicas del concreto adicionando macro fibra sintética y microfibra acrílica con aditivo superplastificante aplicada en vigas", cuyos autores son GONZALES ROSAS CARLOS STEVE, RAMOS CCENTE CRISLY JOHANA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 14 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
REQUIS CARBAJAL LUIS VILLAR DNI: 04067813 ORCID: 0000-0002-3816-7047	Firmado electrónicamente por: LREQUIS el 14-07- 2023 21:43:34

Código documento Trilce: TRI - 0592326