



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Adición combinada de microfibras y macrofibras PET para optimizar  
las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima,  
2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Gamarra Benavente, Karla Gabriela ([orcid.org/0000-0003-2726-6047](https://orcid.org/0000-0003-2726-6047))

Sanchez Chavez, Andrew Stwars ([orcid.org/0000-0001-5901-0893](https://orcid.org/0000-0001-5901-0893))

**ASESOR:**

Ms. Barrantes Mann, Luis Alfonso Juan ([orcid.org/0000-0002-2026-0411](https://orcid.org/0000-0002-2026-0411))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

## DEDICATORIA

A mis padres por haberme forjado y apoyado para ser lo que soy ahora, muchos de los logros y metas que he cumplido es gracias a ustedes, del cual también les incluye este. A mis hermanos que me motivaron día a día, a toda mi familia y amistades que siempre estuvieron ahí para mí que es lo más valioso que Dios me ha dado.

*Karla Gabriela, Gamarra Benavente*

Esta investigación la entrego a Dios, por encaminarme en todo momento. A todos aquellos que han sido una parte integral de mi camino académico y personal. A mis padres, por sus cuidados y cariño, acompañándome durante todo mi trayecto estudiantil y vida, brindando me valiosos consejos, valores y principios, los cuales han sido la clave de mi éxito, a mis tíos que a pesar de la distancia han velado por mí y mis estudios superiores, a mis hermanos, por apoyarme y guiarme con sus vivencias.

*Andrew Stwars, Sanchez Chavez*

## AGRADECIMIENTO

Agradecidos con Dios nuestro señor, por bendecirnos, guiar nuestras existencias, brindando nos su apoyo, fuerza en circunstancias de debilidad y flaqueo. Agradecer a nuestros padres, por convertirse en los pilares que avivaron nuestras aspiraciones, confiar y sostener nuestras expectativas, brindándonos valiosos consejos, valores y principios.

Agradecemos a nuestro docente temático, por permitirnos adquirir sus conocimientos durante la preparación de este proyecto de investigación, así también mencionar de forma honrosa, al Maestro Luis Barrantes Mann, quien fue nuestro tutor quien guio con rectitud y paciencia.

Así también, agradecer a nuestra alma Mater Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, al otorgarnos la oportunidad de ser futuros profesionales y permitirnos realizar este proyecto de investigación.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, BARRANTES MANN LUIS ALFONSO JUAN, 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 titulada: "ADICIÓN COMBINADA DE MICROFIBRAS Y MACROFIBRAS PET PARA OPTIMIZAR LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM<sup>2</sup>, LIMA, 2023", cuyos autores son SANCHEZ CHAVEZ ANDREW STWARS, GAMARRA BENAVENTE KARLA GABRIELA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, 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 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, 16 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BARRANTES MANN LUIS ALFONSO JUAN DNI: 07795005 ORCID: 0000-0002-2026-0411	Firmado electrónicamente por: ABARRANTESMA el 18-07-2023 12:10:59

Código documento Irlce: IRI - 0594605



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS .....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS .....	xiv
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	8
III. MARCO METODOLÓGICO.....	20
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	20
3.2. Variables y Operacionalización .....	21
3.3. Población, muestra y muestreo .....	22
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos .....	25
3.5. Procedimientos .....	28
3.6. Métodos de análisis de datos.....	43
3.7. Aspectos Éticos.....	44
IV. RESULTADOS.....	45
V. DISCUSIÓN.....	100
VI. CONCLUSIONES.....	103
VII. RECOMENDACIONES .....	105

REFERENCIAS.....	106
ANEXOS .....	115

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Propiedades físicas del PET</i> .....	16
Tabla 2. <i>Cantidad de ensayos para evaluar la resistencia a compresión</i> .....	23
Tabla 3. <i>Cantidad de ensayos para evaluar la resistencia a flexión</i> .....	23
Tabla 4. <i>Cantidad de ensayos para evaluar el asentamiento de conceto</i> .....	23
Tabla 5. <i>Cantidad de ensayos para evaluar el peso unitario</i> .....	24
Tabla 6. <i>Normas usadas para validación de la investigación</i> .....	26
Tabla 7. <i>Cálculo del alfa de Cronbach (1)</i> .....	27
Tabla 8. <i>Intervalo del coeficiente de confiabilidad</i> .....	28
Tabla 9. <i>Resultados del análisis granulométrico del agregado fino</i> .....	45
Tabla 10. <i>Resultados del ensayo granulométrico del agregado grueso</i> .....	46
Tabla 11. <i>Peso unitario suelto del agregado fino (PUS)</i> .....	48
Tabla 12. <i>Peso unitario compactado del agregado fino (PUC)</i> .....	48
Tabla 13. <i>Peso unitario suelto del agregado grueso (PUS)</i> .....	49
Tabla 14. <i>Peso unitario compactado del agregado grueso (PUC)</i> .....	50
Tabla 15. <i>Porcentaje de absorción del agregado fino</i> .....	51
Tabla 16. <i>Porcentaje de absorción y gravedad específica del agregado grueso</i> ..	51
Tabla 17. <i>Pesos por tanda de una bolsa de cemento</i> .....	52
Tabla 18. <i>Diseño de mezcla de concreto con 1.5% MiF + 0.5% MaF</i> .....	53
Tabla 19. <i>Diseño de mezcla de concreto con 1.5% MiF + 1.5% MaF</i> .....	53
Tabla 20. <i>Diseño de mezcla de concreto con 2.5% MiF + 0.5% MaF</i> .....	54
Tabla 21. <i>Diseño de mezcla de concreto con 2.5% MiF + 1.5% MaF</i> .....	54
Tabla 22. <i>Asentamiento del concreto patrón más adiciones</i> .....	55
Tabla 23. <i>Peso unitario del concreto patrón y experimental</i> .....	56
Tabla 24. <i>Ensayo de compresión del concreto a los 7 días</i> .....	57
Tabla 25. <i>Ensayo de flexión del concreto a los 7 días</i> .....	58
Tabla 26. <i>Ensayo de compresión del concreto a los 14 días</i> .....	59
Tabla 27. <i>Ensayo de flexión del concreto a los 14 días</i> .....	60
Tabla 28. <i>Ensayo de compresión del concreto a los 28 días</i> .....	62
Tabla 29. <i>Ensayo de flexión del concreto a los 28 días</i> .....	63
Tabla 30. <i>Resistencia a compresión en 7, 14 y 28 días</i> .....	64
Tabla 31. <i>Resistencia a flexión en 7, 14 y 28 días</i> .....	64
Tabla 32. <i>Test de normalidad para peso unitario</i> .....	65

Tabla 33. <i>Dosificaciones de microfibras y macrofibras PET</i> .....	66
Tabla 34. <i>Diseño y datos para peso unitario</i> .....	67
Tabla 35. <i>ANOVA para peso unitario</i> .....	70
Tabla 36. <i>Post-Hoc de HSD Tukey para peso unitario</i> .....	70
Tabla 37. <i>Medias de los grupos para peso unitario</i> .....	71
Tabla 38. <i>Test de normalidad para asentamiento</i> .....	74
Tabla 39. <i>Diseño y datos para asentamiento</i> .....	75
Tabla 40. <i>ANOVA para asentamiento</i> .....	78
Tabla 41. <i>Post-Hoc de HSD Tukey para asentamiento</i> .....	78
Tabla 42. <i>Medias de los grupos para asentamiento</i> .....	79
Tabla 43. <i>Test de normalidad para resistencia a compresión</i> .....	82
Tabla 44. <i>Diseño y datos para resistencia a compresión</i> .....	83
Tabla 45. <i>ANOVA para resistencia a compresión</i> .....	86
Tabla 46. <i>Post-Hoc de HSD Tukey para resistencia a compresión</i> .....	87
Tabla 47. <i>Medias de los grupos para resistencia a compresión</i> .....	88
Tabla 48. <i>Test de normalidad para resistencia a flexión</i> .....	90
Tabla 49. <i>Diseño y datos para resistencia a la flexión</i> .....	91
Tabla 50. <i>ANOVA para resistencia a flexión</i> .....	94
Tabla 51. <i>Post-Hoc de HSD Tukey para resistencia a flexión</i> .....	95
Tabla 52. <i>Medias de los grupos para resistencia a flexión</i> .....	96
Tabla 53. <i>Correlación de Pearson para microfibras y macrofibras PET</i> .....	99



## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Agrietamiento por contracción.....	1
<i>Figura 2.</i> Fisura en vigas.....	3
<i>Figura 3.</i> Ubicación del distrito de los Olivos.....	7
<i>Figura 4.</i> Fibras PET en concreto.....	14
<i>Figura 5.</i> Foro romano.....	15
<i>Figura 6.</i> Agregados gruesos y finos.....	17
<i>Figura 7.</i> Ensayo de asentamiento.....	18
<i>Figura 8.</i> Esfuerzo a Compresión.....	19
<i>Figura 9.</i> Resistencia a la Flexión .....	19
<i>Figura 10.</i> Adquisición del PET .....	28
<i>Figura 11:</i> Ensayos según normativas .....	29
<i>Figura 12.</i> Prueba de contenido de humedad .....	29
<i>Figura 13.</i> Ensayo granulométrico de los agregados .....	30
<i>Figura 14.</i> Ensayo de peso unitario de los agregados finos.....	31
<i>Figura 15.</i> Ensayo de peso unitario de los agregados gruesos.....	32
<i>Figura 16.</i> Ensayo de peso unitario compactado .....	33
<i>Figura 17.</i> Pesaje de los agregados.....	33
<i>Figura 18.</i> Prueba de peso específico del agregado grueso .....	34
<i>Figura 19.</i> Prueba de peso específico del agregado grueso .....	34
<i>Figura 20.</i> Prueba de peso específico del agregado grueso .....	35
<i>Figura 21.</i> Diseño de concreto patrón .....	36
<i>Figura 22.</i> Mezcla con 1.5% MiF y 0.5% MaF .....	37
<i>Figura 23.</i> Mezcla con 2.5% MiF y 0.5% MaF .....	37
<i>Figura 24.</i> Mezcla con 1.5% MiF y 1.5% MaF .....	38
<i>Figura 25.</i> Mezcla con 2.5% MiF y 1.5% MaF .....	38
<i>Figura 26.</i> Asentamiento del concreto patrón.....	39
<i>Figura 27.</i> Asentamiento del concreto con microfibras y macrofibras PET .....	40
<i>Figura 28.</i> Peso unitario del concreto patrón.....	40
<i>Figura 29.</i> Peso unitario del concreto con adición.....	41
<i>Figura 30.</i> Curado del concreto .....	41
<i>Figura 31.</i> Exposición de las pruebas .....	42
<i>Figura 32.</i> Prueba de resistencia a la compresión .....	42

<i>Figura 33.</i> Prueba de resistencia a la flexión .....	43
<i>Figura 34.</i> Curva de distribución granulométrica del agregado fino .....	46
<i>Figura 35.</i> Curva de distribución granulométrica del agregado grueso .....	47
<i>Figura 36.</i> Peso unitario Agregado fino .....	49
<i>Figura 37.</i> Peso unitario Agregado grueso .....	50
<i>Figura 38.</i> Porcentaje de absorción del agregado fino y grueso .....	52
<i>Figura 39.</i> Porcentaje de absorción del agregado fino y grueso .....	55
<i>Figura 40.</i> Porcentaje de absorción del agregado fino y grueso .....	57
<i>Figura 41.</i> Resistencia a compresión del concreto a los 7 días .....	58
<i>Figura 42.</i> Resistencia a flexión del concreto a los 7 días.....	59
<i>Figura 43.</i> Resistencia a compresión del concreto a los 14 días.....	60
<i>Figura 44.</i> Resistencia a flexión del concreto a los 14 días.....	61
<i>Figura 45.</i> Resistencia a compresión del concreto a los 28 días.....	62
<i>Figura 46.</i> Resistencia a flexión del concreto a los 28 días.....	63
<i>Figura 47.</i> Esquema de cubos para peso unitario .....	68
<i>Figura 48.</i> Esquema de superficie de respuesta para peso unitario.....	69
<i>Figura 49.</i> Diagrama de Pareto para peso unitario.....	69
<i>Figura 50.</i> Intervalo para peso unitario.....	72
<i>Figura 51.</i> Error tipo II para peso unitario .....	73
<i>Figura 52.</i> Esquema de cubos para asentamiento .....	76
<i>Figura 53.</i> Esquema de superficie de respuesta para asentamiento.....	77
<i>Figura 54.</i> Diagrama de Pareto para asentamiento.....	77
<i>Figura 55.</i> Intervalo para asentamiento.....	80
<i>Figura 56.</i> Error tipo II para asentamiento .....	81
<i>Figura 57.</i> Esquema de cubos para la resistencia a compresión .....	84
<i>Figura 58.</i> Esquema de superficie de respuesta para resistencia a compresión..	85
<i>Figura 59.</i> Diagrama de Pareto para resistencia a compresión.....	85
<i>Figura 60.</i> Intervalo para resistencia a compresión.....	88
<i>Figura 61.</i> Esquema de cubos para resistencia a flexión .....	92
<i>Figura 62.</i> Esquema de superficie de respuesta para resistencia a flexión.....	93
<i>Figura 63.</i> Diagrama de Pareto para resistencia a flexión.....	93
<i>Figura 64.</i> Intervalo para resistencia a flexión .....	96
<i>Figura 65.</i> Error tipo II para resistencia a flexión .....	97

*Figura 66.* Coeficiente de correlación de Pearson..... 98

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Anexo N° 01.** Matriz de consistencia

**Anexo N° 02.** Matriz de operacionalización de variables

**Anexo N° 03.** Constancia de validación

**Anexo N° 04.** Cuestionario de validez de instrumentos de investigación

**Anexo N° 05.** Ficha técnica del cemento Sol

**Anexo N° 06.** Ficha técnica de Microfibras PET

**Anexo N° 07.** Ficha técnica de Macrofibras PET

**Anexo N° 08.** Certificado de laboratorio de la INACAL

**Anexo N° 09.** Resultados obtenidos de laboratorio

**Anexo N° 10.** Certificado de calibración de equipos de laboratorio

**Anexo N° 11.** Panel fotográfico

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>MPa:</b>	Mega Pascales
<b>kPa:</b>	Kilopascales
<b>PET:</b>	Polietileno de Tereftalato
<b>Kg/cm<sup>2</sup>:</b>	Kilogramos sobre centímetros al cuadrado
<b>Kg/m<sup>3</sup>:</b>	Kilogramos sobre metro cúbico
<b>Kg:</b>	Kilogramos
<b>f'c:</b>	Resistencia específica
<b>NTP:</b>	Norma técnica peruana
<b>ASTM:</b>	American society for testing and materials
<b>ACI:</b>	American concrete institute
<b>MiF:</b>	Micro Fibras PET
<b>MaF:</b>	Macro Fibras PET
<b>Et al.:</b>	Et alter (Y otros)
<b>S.A.C.:</b>	Sociedad Anónima Cooperativa
<b>mm.:</b>	Milímetros
<b>Etc.</b>	Etcétera (Y lo demás)
<b>MF:</b>	Módulo de finura
<b>TMN:</b>	Tamaño máximo nominal
<b>TM:</b>	Tamaño máximo
<b>ANOVA:</b>	Analysis Of Variance
<b>PP:</b>	Polipropileno
<b>µm:</b>	Micrón
<b>Tm:</b>	Temperatura de cristalización
<b>Tg:</b>	Temperatura de transición vítrea
<b>g/d:</b>	Gravity/Density
<b>pH:</b>	Potencial de Hidrógeno
<b>in:</b>	Inches
<b>INACAL:</b>	Instituto Nacional de Calidad
<b>RNE:</b>	Reglamento Nacional de Edificaciones
<b>p<sup>3</sup>:</b>	Pie cúbico
<b>gr:</b>	Gramos
<b>ISO:</b>	Internacional Organization for Standardization

## RESUMEN

Esta investigación tiene como título: “Adición de microfibras y macrofibras PET en la resistencia a compresión y flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima” planteando como objetivo mejorar los esfuerzos a compresión y flexión con resistencia de  $210 \text{ kg/cm}^2$  a través de la adición de las microfibras y macrofibras PET, el que se usó en proporción de 1.5% y 2.5% de microfibras, mientras que 0.5% y 1.5% de macrofibras como agregado fino, para aplicarlo en vigas. Se desarrolló una investigación aplicada, realizando un diseño experimental, porque consta de fases, entre ellas la recopilación de información y antecedentes, planteamiento de hipótesis, observación y finalmente obtención e interpretación de resultados, por esa misma razón es que el método para esta investigación será hipotético deductivo. La cantidad de especímenes será de 120, para el análisis respectivo a los 7, 14 y 28 días de las propiedades de flexión y compresión.

**Palabras clave:** Microfibras, macrofibras, PET, propiedades, optimización

## **ABSTRACT**

This research has the title: "Adding PET microfibers and macrofibers in the compressive and flexural strength of concrete  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima" with the objective of improving the compressive and flexural stresses with a resistance of  $210 \text{ kg/cm}^2$  through the addition of PET microfibers and macrofibers, which was used in a proportion of 1.5% and 2.5% microfibers, while 0.5% and 1.5% macrofibers as fine aggregate, to apply it in beams. An applied investigation was developed, carrying out an experimental design, because it consists of phases, between the collection of information and background, proposing hypotheses, observation and finally obtaining and interpretation of results, for that same reason is that the method for this investigation will be hypothetical deductive. The number of specimens will be 120, for the respective analysis at 7, 14 and 28 days of the bending and compression properties.

**Keywords:** Microfibers, macrofibers, PET, properties, optimization