



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Adición de residuos de café y caña de azúcar en la resistencia a
compresión y tracción del concreto estructural

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil

AUTORAS:

Castro Mendoza, Ana Iris (orcid.org/0000-0001-7115-5278)

Perez Pereda, Fiorela Yselina (orcid.org/0000-0002-4762-7412)

ASESOR:

M. Sc. Clemente Condori, Luis Jimmy (orcid.org/0000-0002-0250-4363)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico esta investigación a Dios por ayudarme a superar las dificultades y seguir continuando con mi vida profesional, a mis padres Juan Fidel Castro Mendoza e Hilda Mendoza Huamani, por los principios dados y por el apoyo incondicional, a mi hermano Jerson Adonay Castro Mendoza por brindarme su tiempo y alegrarme en los días difíciles.

Ana Iris

Dedico esta investigación a Dios por darme fuerza para poder superar obstáculos y avanzar en mi vida profesional, a mis padres Walter Perez Llique y Ana Bertha Pereda Ramírez por los valores, confianza y apoyo hacia mi persona, a mi hermano Jorge Luis Terán Pereda por brindarme su apoyo en momentos de crisis y darme consejos para lograr mis objetivos y a mi novio Aldair Sandoval Tamariz por alegrarme los días en los que tuve dificultades.

Fiorela Yselina

Agradecimiento

Muy orgullosos de poder hacer mención de todos a quienes agradecemos el poder llegar al cumplimiento de esta meta tan anhelada que es nuestro título profesional a través de este trabajo de tesis, en honor a tal orgullo deseamos expresar nuestro agradecimientos a los siguientes; a Dios por darnos la sabiduría, sensates y habernos dado salud para continuar adelante día a día, a nuestras familias por el apoyo constante en todo este proceso, a la universidad cesar vallejo por brindarnos la oportunidad de poder obtener nuestro título profesional, a la facultad por tener buenos docentes y en especial a nuestro asesor de tesis M. Sc. Clemente Condori Luis Jimmy, por ser la persona que con gran paciencia y profesionalismo ha sabido direccionar este trabajo de tesis.

Ana y Fiorela

Índice de contenido

| | |
|---|------|
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenido | v |
| Índice de tablas | vi |
| Índice de figuras | viii |
| Índice de anexos | xi |
| Índice de abreviaturas | xii |
| Índice de abreviaturas de componentes químicos | xiii |
| Resumen | xiv |
| Abstract | xv |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Formulación del problema | 5 |
| 1.2. Justificación del estudio | 5 |
| 1.3. Objetivos | 6 |
| 1.4. Hipótesis | 6 |
| II. MARCO TEÓRICO | 8 |
| 2.1. Antecedentes | 8 |
| 2.2. Bases Teóricas | 14 |
| 2.3. Marco conceptual | 14 |
| III. METODOLOGÍA | 23 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 23 |
| 3.2. Variables y operacionalización | 24 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo | 25 |
| 3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos | 28 |
| 3.5. Procedimientos | 31 |
| 3.6. Método de análisis de datos | 43 |
| 3.7. Aspectos éticos | 43 |
| IV. RESULTADOS | 44 |
| V. DISCUSIÓN | 91 |
| VI. CONCLUSIONES | 95 |
| VII. RECOMENDACIONES | 96 |
| REFERENCIAS | 97 |
| ANEXOS | 108 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 01. Composición del cemento | 15 |
| Tabla 02. Características del cemento Tipo I | 16 |
| Tabla 03: Propiedades químicas y físicas de las puzolanas | 21 |
| Tabla 04. Cantidad de probetas para resistencia del concreto | 26 |
| Tabla 05. Cantidad de ensayo de resistencia a la compresión | 26 |
| Tabla 06. Cantidad de ensayo de resistencia a la tracción indirecta | 26 |
| Tabla 07. Cantidad de ensayos físicos del concreto | 27 |
| Tabla 08. Cantidad de ensayos del asentamiento (Slump) | 27 |
| Tabla 09. Cantidad de ensayos del peso unitario..... | 27 |
| Tabla 10. Normativas a utilizar para su validez | 29 |
| Tabla 11. Cálculo del alfa de Cronbach | 30 |
| Tabla 12. Interpretación del alfa de Cronbach. | 30 |
| Tabla 13. Factor de seguridad del concreto | 37 |
| Tabla 14. Rango del asentamiento recomendado para estructuras | 37 |
| Tabla 15. Cantidad de agua y del porcentaje de aire atrapado..... | 37 |
| Tabla 16. Relación a/c del concreto | 38 |
| Tabla 17. Rango del modulo de finura del agregado grueso..... | 38 |
| Tabla 18. Granulometría del agregado fino..... | 44 |
| Tabla 19. Peso unitario suelto y compactado del agregado fino | 45 |
| Tabla 20. Granulometría del agregado grueso..... | 46 |
| Tabla 21. Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso | 47 |
| Tabla 22. Granulometría del agregado global | 48 |
| Tabla 23. Porcentaje de absorción del agregado fino y grueso | 49 |
| Tabla 24. Especificaciones para el diseño de mezcla | 50 |
| Tabla 25. Diseño de mezcla del grupo patrón y experimental..... | 50 |
| Tabla 26. Asentamiento del grupo patrón y experimental | 51 |
| Tabla 27. Peso unitario del grupo patrón y experimental | 53 |
| Tabla 28. Resistencia a compresión GP y GE - 7 días | 55 |
| Tabla 29. Resistencia a compresión GP y GE - 14 días | 57 |
| Tabla 30. Resistencia a compresión GP y GE - 28 días | 59 |
| Tabla 31. Resistencia a tracción indirecta GP y GE - 7 días..... | 61 |
| Tabla 32. Resistencia a tracción indirecta GP y GE - 14 días..... | 63 |
| Tabla 33. Resistencia a tracción indirecta GP y GE - 28 días..... | 64 |

| | |
|---|----|
| Tabla 34. Diseño factorial 2 ² | 66 |
| Tabla 35. Resultado para los factores A y B | 67 |
| Tabla 36. Resumen del modelo de los ensayos físicos y mecánicos..... | 67 |
| Tabla 37. Análisis de varianza del peso unitario | 68 |
| Tabla 38. Análisis de varianza del asentamiento | 69 |
| Tabla 39. Análisis de varianza de la resistencia a compresión | 71 |
| Tabla 40. Análisis de varianza de la resistencia a tracción indirecta..... | 72 |
| Tabla 41. Prueba de normalidad del peso unitario | 73 |
| Tabla 42. Prueba Post-Hoc de HSD Tukey del peso unitario..... | 75 |
| Tabla 43. Medias de los grupos para el peso unitario | 75 |
| Tabla 44. Prueba de normalidad del asentamiento | 77 |
| Tabla 45. Prueba Post-Hoc de Games Howell del asentamiento..... | 79 |
| Tabla 46. Prueba de normalidad de la resistencia a compresión..... | 80 |
| Tabla 47. Prueba Post-Hoc de HSD Tukey de la resistencia a compresión..... | 82 |
| Tabla 48. Medias de los grupos para la resistencia a compresión | 82 |
| Tabla 49. Prueba de normalidad de la resistencia a tracción indirecta | 84 |
| Tabla 50. Prueba Post-Hoc de HSD Tukey de la resistencia a tracción..... | 86 |
| Tabla 51. Medias de los grupos para la resistencia a tracción | 86 |
| Tabla 52. Prueba de normalidad general | 88 |
| Tabla 53. Correlaciones de Spearman (GE 01) | 89 |
| Tabla 54. Correlaciones de Spearman (GE 02, 03 y 04)..... | 90 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| <i>Figura 01:</i> Falla estructural de la viga de concreto..... | 2 |
| <i>Figura 02:</i> Cascara de café | 3 |
| <i>Figura 03:</i> Residuo de bagazo de caña de azúcar..... | 4 |
| <i>Figura 04:</i> Ubicación de la ciudad de Huancayo. | 7 |
| <i>Figura 05.</i> Monumento histórico piedra de Stonehenge..... | 14 |
| <i>Figura 06.</i> Caminos Romanos - Italia..... | 15 |
| <i>Figura 07.</i> Palacio Taj Mahal - India..... | 15 |
| <i>Figura 08.</i> Pirámides de Gizeh - Egipto..... | 14 |
| <i>Figura 09.</i> Coliseo Romano - Italia..... | 14 |
| <i>Figura 10.</i> Mezcla de concreto | 15 |
| <i>Figura 11.</i> Agregados finos y gruesos..... | 16 |
| <i>Figura 12.</i> Ensayo de asentamiento (slump)..... | 18 |
| <i>Figura 13.</i> Ensayo del peso unitario del concreto..... | 18 |
| <i>Figura 14:</i> Ensayo de resistencia a compresión..... | 19 |
| <i>Figura 15:</i> Ensayo de resistencia a tracción..... | 20 |
| <i>Figura 16:</i> Residuo de cascara de café..... | 20 |
| <i>Figura 17:</i> Ceniza de cáscara de café..... | 21 |
| <i>Figura 18.</i> Bagazo de caña de azúcar..... | 22 |
| <i>Figura 19.</i> Fibra de bagazo de caña de azúcar..... | 22 |
| <i>Figura 20.</i> Recolección de la cascara de café..... | 31 |
| <i>Figura 21.</i> Recolección del agregado fino y grueso | 31 |
| <i>Figura 22.</i> Calcinación de la cascara de café..... | 32 |
| <i>Figura 23.</i> Tamizado de la ceniza por la malla N° 200..... | 32 |
| <i>Figura 24.</i> Secado de los agregados en el horno..... | 33 |
| <i>Figura 25.</i> Ensayo de granulometría de los agregados..... | 33 |
| <i>Figura 26.</i> Ensayo de absorción del agregado fino | 34 |
| <i>Figura 27.</i> Ensayo de gravedad específica del agregado fino..... | 34 |
| <i>Figura 28.</i> Ensayo de absorción del agregado grueso | 35 |
| <i>Figura 29.</i> Ensayo de gravedad específica del agregado grueso..... | 35 |
| <i>Figura 30.</i> Ensayo de peso unitario compactado de los agregados | 36 |
| <i>Figura 31.</i> Peso unitario suelto de los agregados | 36 |
| <i>Figura 32.</i> Preparación de mezcla del concreto | 39 |
| <i>Figura 33.</i> Ensayo del asentamiento (muestra patrón)..... | 40 |
| <i>Figura 34.</i> Ensayo del peso unitario (Grupo patrón)..... | 41 |

| | |
|---|----|
| <i>Figura 35.</i> Curado de especímenes | 41 |
| <i>Figura 36.</i> Ensayo de resistencia a compresión..... | 42 |
| <i>Figura 37.</i> Ensayo de resistencia a tracción indirecta | 42 |
| <i>Figura 38.</i> Curva granulométrica del agregado fino | 44 |
| <i>Figura 39.</i> Resultado del peso unitario del agregado fino | 45 |
| <i>Figura 40.</i> Curva granulométrica del agregado grueso. | 46 |
| <i>Figura 41.</i> Resultado del peso unitario del agregado grueso | 47 |
| <i>Figura 42.</i> Curva granulométrica del agregado global..... | 48 |
| <i>Figura 43.</i> Resultado de absorción del agregado fino | 49 |
| <i>Figura 44.</i> Asentamiento del concreto del grupo experimental | 52 |
| <i>Figura 45.</i> Ensayo del asentamiento grupo patrón y experimental..... | 52 |
| <i>Figura 46.</i> Peso unitario del concreto del GP y GE | 54 |
| <i>Figura 47.</i> Ensayo del peso unitario del grupo experimental..... | 54 |
| <i>Figura 48.</i> Comparación de la resistencia a compresión (7 días)..... | 56 |
| <i>Figura 49.</i> Comparación de los resultados de la prensa hidráulica a los 7 días..... | 56 |
| <i>Figura 50.</i> Comparación de la resistencia a compresión (14 días)..... | 58 |
| <i>Figura 51.</i> Comparación de los resultados de la prensa hidráulica a los 14 días..... | 58 |
| <i>Figura 52.</i> Comparación de la resistencia a compresión (28 días)..... | 60 |
| <i>Figura 53.</i> Comparación de los resultados de la prensa hidráulica a los 28 días..... | 60 |
| <i>Figura 54.</i> Comparación de la resistencia a tracción (7 días) | 62 |
| <i>Figura 55.</i> Resultado de la resistencia a tracción indirecta (7 días) – GP y GE | 62 |
| <i>Figura 56.</i> Comparación de la resistencia a tracción (14 días) | 63 |
| <i>Figura 57.</i> Ensayo resistencia a tracción indirecta | 64 |
| <i>Figura 58.</i> Comparación de la resistencia a tracción (28 días) | 65 |
| <i>Figura 59.</i> Ensayo resistencia a la tracción a los 28 días (patrón). | 65 |
| <i>Figura 60.</i> Representación del diseño factorial 2x2 | 66 |
| <i>Figura 61.</i> Superficie de respuesta estimada del peso unitario | 69 |
| <i>Figura 62.</i> Superficie de respuesta estimada del asentamiento | 70 |
| <i>Figura 63.</i> Superficie de respuesta estimada de la resistencia compresión..... | 71 |
| <i>Figura 64.</i> Superficie de respuesta estimada de la resistencia tracción | 72 |
| <i>Figura 65.</i> Gráfico de probabilidad de Shapiro wilk | 74 |
| <i>Figura 66.</i> Análisis de varianza del peso unitario | 74 |
| <i>Figura 67.</i> Intervalo del peso unitario del grupo experimental..... | 76 |
| <i>Figura 68.</i> Probabilidad normal del asentamiento | 77 |
| <i>Figura 69.</i> Estadística descriptiva del asentamiento | 78 |

| | |
|--|----|
| <i>Figura 70.</i> Prueba de Kruskal-Wallis del asentamiento..... | 78 |
| <i>Figura 71.</i> Intervalo del asentamiento del grupo experimental..... | 79 |
| <i>Figura 72.</i> Gráfico de probabilidad de Shapiro wilk..... | 81 |
| <i>Figura 73.</i> Análisis de varianza de la resistencia a compresión..... | 81 |
| <i>Figura 74</i> Intervalo de la resistencia a compresión (GE-01)..... | 83 |
| <i>Figura 75.</i> Intervalo de la resistencia a compresión (GE-02, GE-03 y GE-04)..... | 83 |
| <i>Figura 76.</i> Gráfico de probabilidad de Shapiro wilk..... | 85 |
| <i>Figura 77.</i> Análisis de varianza de la resistencia a tracción..... | 85 |
| <i>Figura 78.</i> Intervalo de la resistencia a tracción (GE-01)..... | 87 |
| <i>Figura 79.</i> Intervalo de la resistencia a tracción (GE-02, GE-03 y GE-04)..... | 87 |

Índice de anexos

- Anexo N° 01:** Matriz de consistencia
- Anexo N° 02:** Matriz de operacionalización
- Anexo N° 03.** Constancia de validación
- Anexo N° 04.** Cuestionario de instrumentos de validación
- Anexo N° 05.** Ficha técnica del cemento Andino
- Anexo N° 06.** Certificados de laboratorio
- Anexo N° 07.** Certificados de calibración de equipos de laboratorio
- Anexo N° 08.** Alcance de la acreditación de laboratorio de ensayo
- Anexo N° 09.** Panel fotográfico
- Anexo N° 10.** Resultados de laboratorio
- Anexo N° 11.** Reporte turnitin

Índice de abreviaturas

- CCC** : Ceniza de cáscara de café
- CBCA**: Ceniza de bagazo de caña de azúcar
- FBCA**: Fibra de bagazo de caña de azúcar
- CP** : Concreto patrón
- CCCC**: Concreto con adición de ceniza de cáscara de café
- NTP** : Norma Técnica Peruana
- Mpa** : Mega Pascales
- F'c** : Resistencia a la Comprensión del Concreto
- ASTM**: American Society for Testing and Material
- ACI** : American Concrete Institute
- MF** : Modulo de Finura
- TMN** : Tamaño Máximo Nominal
- TM** : Tamaño Máximo
- CHA** : Coffee Husk Ash
- MTC** : Ministerio de Transportes y Comunicaciones
- μm** : micrómetro
- CPO** : Cemento Portland Ordinario

Índice de abreviaturas de componentes químicos

- pH** : Potencial hidrógeno o potencial de hidrogeniones
SiO₂ : Dióxido de silicio
NS : Nanosílice
Al₂O₃ : Óxido de aluminio
Fe₂O₃ : Óxido férrico
CaO : Óxido de calcio
MgO : Óxido de Magnesio
Na₂O : Óxido de Sodio
K₂O : Óxido de potasio
SO₃ : Óxido de azufre
NaOH : Hidróxido de sodio

Resumen

La presente tesis titulada “Adición de residuos de café y caña de azúcar en la resistencia a compresión y tracción del concreto estructural”. Que tuvo por objetivo principal Mejorar la resistencia a compresión y tracción del concreto estructural por medio de la adición de residuos de cáscara de café y caña de azúcar en proporciones de 2% CCC + 0.25% FBCA, 4% CCC + 0.25% FBCA, 2% CCC + 0.50% y 4% CCC + 0.50% FBCA en reemplazo del agregado fino, por ello, la investigación se justifica para mejorar las propiedades del concreto y su contribución al medio ambiente.

La metodología utilizada empleo un tipo y diseño de investigación aplicada – experimental con un método de investigación hipotético deductivo y de nivel correlacional, el cual el muestreo fue no probabilístico en el que se tuvo muestra patrón y experimentales de acuerdo a los criterios del investigador pertinentes con esta investigación se realizaron los respectivos ensayos del concreto a base de 3 probetas por dosis de incorporación de ceniza de cascarilla de café y fibras de bagazo de caña de azúcar por conveniencia del investigador que incluyó varios factores, posteriormente se procedió a la realización de los ensayos de laboratorio y finalmente fueron analizados por herramientas estadísticas de Minitab.

Como resultado de la investigación se obtuvo de los ensayos de resistencia a compresión realizados a los 28 días de curado fueron; el concreto patrón mostro un resultado de 417.10 kg/cm², el experimental 01 de 436.97 Kg/cm², el experimental 02 de 312.47 Kg/cm², el experimental 03 de 258.67 Kg/cm² y el experimental 04 de 252.43 Kg/cm², Por otro lado respecto a la resistencia a tracción el concreto patrón mostro un resultado de 38.42 kg/cm², el experimental 01 de 41.63 Kg/cm², el experimental 02 de 27.40 Kg/cm², el experimental 03 de 29.87 Kg/cm² y el experimental 04 de 26.80 Kg/cm². Concluyendo que al añadir un porcentaje de 2% de ceniza de cascara de café y 0.25% de fibra de bagazo de caña de azúcar la resistencia del concreto a tracción y compresión tiene un incremento significativo en comparación con el concreto patrón y experimental 02,03 y 04.

Palabras clave: Concreto, cenizas de café, fibras de bagazo, peso unitario, asentamiento, resistencia a compresión y tracción.

Abstract

This thesis entitled "Addition of coffee and sugar cane residues in the compressive and tensile strength of structural concrete". The main objective of which was to improve the properties of concrete by adding coffee husk ash and sugar cane bagasse fibers in proportions of 2% CCC + 0.25% FBCA, 4% CCC + 0.25% FBCA, 2% CCC + 0.50% and 4% CCC + 0.50% FBCA to replace fine aggregate, therefore, research is justified to improve the properties of concrete and its contribution to the environment.

The methodology used used a type and design of applied research - experimental with a hypothetical deductive and correlational level research method, which sampling was non-probabilistic in which there was a pattern and experimental sample according to the criteria of the relevant researcher with In this investigation, the respective concrete tests were carried out based on 3 test tubes per dose of incorporation of coffee husk ash and sugar cane bagasse fibers for the convenience of the researcher, which included several factors, later the tests were carried out. laboratory and finally analyzed by Minitab statistical tools.

As a result of the investigation, it was obtained from the compression resistance tests carried out 28 days after curing; The standard concrete showed a result of 417.10 kg/cm², the experimental 01 of 436.97 Kg/cm², the experimental 02 of 312.47 Kg/cm², the experimental 03 of 258.67 Kg/cm² and the experimental 04 of 252.43 Kg/cm², On the other Regarding the tensile strength, the standard concrete showed a result of 38.42 kg/cm², the experimental 01 of 41.63 Kg/cm², the experimental 02 of 27.40 Kg/cm², the experimental 03 of 29.87 Kg/cm² and the experimental 04 of 26.80 Kg/cm². Concluding that by adding a percentage of 2% coffee husk ash and 0.25% sugarcane bagasse fiber, the tensile and compressive strength of the concrete has a significant increase compared to the standard and experimental concrete 02,03 and 04.

Keywords: Concrete, coffee ashes, bagasse fiber, unit weight, settlement, compressive and tensile strength.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CLEMENTE CONDORI LUIS JIMMY, 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 de residuos de café y caña de azúcar en la resistencia a compresión y tracción del concreto estructural", cuyos autores son PEREZ PEREDA FIORELA YSELINA, CASTRO MENDOZA ANA IRIS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25.00%, 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, 03 de Diciembre del 2022

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|--|
| CLEMENTE CONDORI LUIS JIMMY DNI: 09957407 ORCID: 0000-0002-0250-4363 | Firmado electrónicamente por: LCLEMENTECO el 06-12-2022 00:22:15 |

Código documento Trilce: TRI - 0471079