



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Ladrillo reciclado para elaboración de pavimento permeable
para parqueaderos con $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima - 2022”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Madueño Sanchez, Florencio Crisologo (orcid.org/0000-0002-7433-3364)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a Dios, por guiarme a seguir por el camino correcto, por cuidarme, por brindarme la fuerza, sabiduría, por permitirme conocer profesores y amigos excelentes durante toda la etapa universitaria.

A mis padres Teófilo Madueño Diaz y Arsenia Sánchez Huari y familiares por brindarme todos sus apoyos incondicionales en momentos difíciles y mostrarme el camino para seguir adelante en cada uno de mis metas propuestos.

Agradecimiento

Agradecer a la Universidad Cesar Vallejo y a toda la comunidad universitaria por brindarme la oportunidad de estudiar una carrera profesional, a los docentes por brindarme la orientación y conocimiento.

Agradecer al ingeniero Luis Jimmy Clemente Condori por brindarme su apoyo, orientación y exigencia para obtener conocimientos nuevos durante el desarrollo de la investigación.

Mi más sincero agradecimiento a mis padres y familiares por sus apoyos incondicionales en los momentos más difíciles, así también a todas las personas que fueron participes en el proceso de desarrollo de la investigación y toda la etapa universitaria.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicadora	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Formulación del problema.....	3
1.2. Justificación de estudio	4
1.3. Objetivos	5
1.4. Hipotesis	6
II. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes	8
2.2. Bases teoricas.....	11
III. METODOLOGÍA	23
3.1. Tipo y diseño de investigación	23
3.2. Variables y operacionalización	25
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.5. Procedimientos	31
3.6. Método de análisis de datos.....	32
3.7. Aspectos éticos	32
IV. RESULTADOS.....	48
V. DISCUSIÓN	106
VI. CONCLUSIONES	108
VII.RECOMENDACIONES.....	109
REFERENCIAS.....	110
ANEXOS	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño de investigación.....	34
Tabla 2. Cuadro de operacionalización de variables.....	37
Tabla 3. Cantidad de muestras de probetas por ensayo.....	38
Tabla 4. Cantidad de muestras de probetas.....	39
Tabla 5. Clasificación de niveles de confiabilidad (Cronbach).....	41
Tabla 6. Calculo de alfa de Cronbach.	42
Tabla 7. Requerimiento de granulometría para agregado fino.	48
Tabla 8. Análisis granulométrico del agregado fino.....	49
Tabla 9. Propiedades físicas del agregado fino.....	51
Tabla 10. Análisis granulométrico del ladrillo reciclado.	51
Tabla 11. Propiedades físicas del ladrillo reciclado.....	53
Tabla 12. Requerimiento de granulometría para agregado grueso “Huso 7”.	54
Tabla 13. Análisis granulométrico del agregado grueso.....	54
Tabla 14. Propiedades físicas del agregado grueso.	56
Tabla 15. Asentamiento del concreto permeable.	61
Tabla 16. Ensayo de resistencia a compresión a los 7 días.....	62
Tabla 17. Resultado de resistencia a compresión a los 7 días.....	64
Tabla 18. Ensayo de resistencia a compresión a los 14 días.....	66
Tabla 19. Resultado de resistencia a compresión a los 14 días.....	67
Tabla 20. Ensayo de resistencia a compresión a los 28 días.....	69
Tabla 21. Resultado de resistencia a compresión a los 28 días.....	70
Tabla 22 Ensayo de resistencia a flexión a los 7 días.....	73
Tabla 23. Resultado de resistencia a flexión a los 7 días.....	74
Tabla 24. Ensayo de resistencia a flexión a los 14 días.....	76

Tabla 25. Resultado de resistencia a flexión a los 14 días.....	78
Tabla 26. Ensayo de resistencia a flexión a los 28 días.....	79
Tabla 27. Resultado de resistencia a flexión a los 28 días.....	80
Tabla 28. Permeabilidad para 0% L.R. y 0% A.F. (Patrón).....	84
Tabla 29. Permeabilidad para 1% L.R y 5% A.F.	84
Tabla 30. Permeabilidad para 4% L.R y 5% A.F.	85
Tabla 31. Permeabilidad para 1% L.R y 8% A.F.	86
Tabla 32. Permeabilidad para 4% L.R y 8% A.F.	86
Tabla 33. Permeabilidad del concreto a los 28 días.....	87
Tabla 34. Diseño factorial con agregado fino y ladrillo reciclado.....	88
Tabla 35. Diseño y datos para resistencia a compresión	88
Tabla 36. Correlación de Pearson para ladrillo reciclado..	102
Tabla 36. Correlación de Pearson para agregado fino.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lugar de estudio Av. José Santos Chocano, Santa Anita, Lima	2
Figura 2. Lluvias e inundaciones en Lima	3
Figura 3. Residuos de construcción	3
Figura 4. Residuos de ladrillos	4
Figura 5. Relleno sanitario Huaycoloro	5
Figura 6. Concreto permeable en los juegos olimpicos de Pekín 2008	6
Figura 7. Tramo de estudio, Av. José Santos Chocano.	7
Figura 8. Ubicación del distrito de Santa Anita.....	10
Figura 9. Ubicación del lugar de estudio, Av. José Santos Chocano.	11
Figura 10. Primeras paredes construido con ladrillos	16
Figura 11. Pirámide de Gizeh	17
Figura 12. Residuos peligrosos de sustancias químicas.....	18
Figura 13. Residuos no peligrosos	18
Figura 14. Ladrillo reciclado	19
Figura 15. Ladrillo reciclado molido	19
Figura 16. Concreto para pavimentos	20
Figura 17. Concreto permeable	20
Figura 18. Tamiz según la norma ASTM E11.....	21
Figura 19. Pavimento rígido	22
Figura 20. Selección de enfoque estadístico.....	29
Figura 21. Selección de método de experimental	30
Figura 22. Selección de diseños y corridas.....	30
Figura 23. Selección del tipo de diseño para 2 factores.....	31
Figura 24. Creación del diseño factorial 2^2	31

Figura 25. Asignación de factores A y B	32
Figura 26. Selección de datos para diseño factorial.....	32
Figura 27. Resultados del diseño factorial 2 ²	33
Figura 28. Acopio de residuos de ladrillos.....	43
Figura 29. Molienda de los ladrillos	43
Figura 30. Caracterización del ladrillo molido.....	44
Figura 31. Análisis granulométrico del ladrillo molido.....	44
Figura 32. Diseño de mezcla con ladrillo reciclado	45
Figura 33. Elaboración de las probetas de concreto permeable	45
Figura 34. Ensayo de propiedades mecánicas del concreto	46
Figura 35. Curva granulométrica del agregado fino	49
Figura 36. Ensayo de granulometría del agregado fino.....	50
Figura 37. Curva granulométrica del ladrillo reciclado molido	52
Figura 38. Curva granulométrica del agregado grueso	55
Figura 39. Rotura de probetas cilíndricas a los 7 días	63
Figura 40. Variación de resistencia a compresión por diseño a los 7 días.....	64
Figura 41. Rotura de probetas para cálculo de resistencia a compresión	65
Figura 42. Rotura de probetas cilíndricas a los 14 días	67
Figura 43. Variación de resistencia a compresión por diseño a los 14 días.....	68
Figura 44. Rotura de probetas cilíndricas a los 28 días.....	70
Figura 45. Resistencia a compresión por diseño a los 28 días	71
Figura 46. Resistencia a compresión 7, 14 y 28 días.....	72
Figura 47. Ensayo de resistencia a flexión a los 7 días.....	74
Figura 48. Variación de resistencia a flexión por diseño en 7 días.....	75
Figura 49. Rotura de probetas tipo viga para el cálculo de resistencia a flexión ...	76
Figura 50. Resistencia a flexión a los 14 días	77

Figura 51. Variación de resistencia a flexión por diseño en 14 días.....	78
Figura 52. Resistencia a flexión a los 28 días	80
Figura 53. Variación de resistencia a flexión por diseño a los 28 días	81
Figura 54. Resistencia a flexión 7, 14 y 28 días	82
Figura 55. Permeámetro de PVC para ensayo de permeabilidad	83
Figura 56. Permeabilidad del concreto a los 28 días.....	87
Figura 57. Representación geométrica para resistencia a compresión.....	90
Figura 58. Grafica de interacción del ladrillo reciclado vs agregado fino.....	90
Figura 59. Grafica de efectos principales en la resistencia a compresión.....	91
Figura 60. Diagrama de Pareto para efectos en resistencia a compresión	92
Figura 61. Análisis de varianza para efecto de ladrillo reciclado molido	93
Figura 62. Prueba de normalidad para resistencia a compresión	94
Figura 63. Análisis de Varianza de la resistencia a compresión del concreto	95
Figura 64. Prueba de normalidad para resistencia a flexión	96
Figura 65. Análisis de varianza para resistencia a flexión.....	96
Figura 66. Grafica de efectos principales para resistencia a flexión.....	97
Figura 67. Diagrama Pareto para efectos en resistencia a flexión	97
Figura 68. Grafica de interacción para resistencia a flexión	98
Figura 69. Prueba de normalidad para permeabilidad	99
Figura 70. Prueba de Kruskal Wallis para permeabilidad.....	99
Figura 71. Diagrama de Pareto de efectos en permeabilidad	100
Figura 72. Grafica de efectos principales para permeabilidad	101
Figura 73. Interpretación de valores para correlación de Pearson	101
Figura 74. Estructura del pavimento permeable.....	104
Figura 75. Concreto permeable para pavimentos en parqueaderos	104

RESUMEN

La presente investigación titulada “Ladrillo reciclado para elaboración de pavimento permeable para parqueaderos con $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima – 2022” buscó mejorar la resistencia a compresión del pavimento permeable para parqueaderos utilizando ladrillo reciclado molido como agregado fino, para el desarrollo se utilizó ladrillos residuales producto del mal manejo del material por parte de los trabajadores de una ferretería en Santa Anita. El tipo de investigación es aplicada porque se realizó la manipulación de variables, el método de investigación utilizado fue hipotético deductivo en lo cual se realizó las deducciones para plantear las hipótesis, para comprobar con los resultados del laboratorio. Para el diseño de mezcla del concreto permeable se utilizó la Norma ACI 522R. para el análisis de la influencia de los materiales incorporados se utilizó el diseño factorial 2^2 en los cuales permitió detectar los efectos producidos por el ladrillo reciclado molido y agregado fino al ser incorporado en diferentes proporciones.

De acuerdo a los resultados se consiguió mejorar la resistencia a compresión de del pavimento permeable para parqueaderos utilizando ladrillo reciclado molido como agregado fino, obteniendo una resistencia a compresión de 217 kg/cm^2 en el diseño con proporciones de 4% de ladrillo reciclado molido y 8% de agregado fino, con respecto a la resistencia a flexión, no se logró maximizar la resistencia por medio de una adición calculada de ladrillo reciclado molido y agregado fino obteniendo resultados de entre 21.67 kg/cm^2 y 33.80 kg/cm^2 , en relación a la permeabilidad del concreto se consiguió modificar la permeabilidad del pavimento permeable pero de forma negativa, en los cuales se obtuvo una permeabilidad mínima de 0.241 cm/s y una permeabilidad máxima de 0.422 cm/s , los resultados obtenidos se encuentran en los rangos permitidos por la Norma ACI 522R.

Palabras clave: Concreto permeable, ladrillo reciclado molido, permeabilidad y diseño factorial 2^2 .

ABSTRACT

The present investigation entitled "Recycled brick for the elaboration of permeable pavement for parking lots with $f'c=210$ kg/cm², Lima - 2022" sought to improve the compressive strength of the permeable pavement for parking lots using ground recycled brick as fine aggregate, for the development Residual bricks were used as a result of the mishandling of the material by the workers of a hardware store in Santa Anita. The type of research is applied because the manipulation of variables was carried out, the research method used was hypothetical deductive in which the deductions were made to propose the hypotheses, to verify with the results of the laboratory. For the pervious concrete mix design, the ACI 522R Standard was used. For the analysis of the influence of the incorporated materials, the 2² factorial design was used, in which it allowed detecting the effects produced by the ground recycled brick and fine aggregate when incorporated in different proportions.

According to the results, it was possible to improve the compressive strength of the permeable pavement for parking lots using ground recycled brick as a fine aggregate, obtaining a compressive strength of 217 kg/cm² in the design with proportions of 4% ground recycled brick and 8 % of fine aggregate, with respect to the flexural resistance, it was not possible to maximize the resistance by means of a calculated addition of ground recycled brick and fine aggregate, obtaining results between 21.67 kg/cm² and 33.80 kg/cm², in relation to the concrete permeability it was possible to modify the permeability of the permeable pavement but in a negative way, in which a minimum permeability of 0.241 cm/s and a maximum permeability of 0.422 cm/s was obtained, the results obtained are within the ranges allowed by the Standard ACI 522R.

Keywords: Pervious concrete, ground recycled brick, permeability and factorial design 2².



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: "LADRILLO RECICLADO PARA ELABORACIÓN DE PAVIMENTO PERMEABLE PARA PARQUEADEROS CON F'C=210 KG/CM², LIMA - 2022", cuyo autor es MADUEÑO SANCHEZ FLORENCIO CRISOLOGO, 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 08:23:06

Código documento Trilce: TRI - 0471119