

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
BENEDICTO XVI
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ESTUDIOS PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL



**INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO SOBRE
LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN Y CONDUCTIVIDAD TÉRMICA
EN MORTEROS DE CEMENTO**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Br. José Amaranto Salas Pereda

ASESOR

Mg. Aldo Castillo Chung

<https://orcid.org/0000-0002-2270-1671>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Vivienda, saneamiento y transporte

TRUJILLO – PERÚ

2023

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor(a) Decano(a) de la Facultad de Ingeniería:

Yo, Mg Aldo Roger Castillo Chung con DNI N° 18132971, como asesora del trabajo de investigación **INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CAUCHO RECICLADO SOBRE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN Y CONDUCTIVIDAD TÉRMICA EN MORTEROS DE CEMENTO**, desarrollada por el bachiller José Amaranto Salas Pereda DNI N° 07467688 respectivamente, egresada del Programa Profesional de Ingeniería Civil, considero que dicho trabajo de titulación reúne los requisitos tanto técnicos como científicos y corresponden con las normas establecidas en el reglamento de titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en normativa para la presentación de trabajos de titulación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por la comisión de la clasificación designado por el Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.



Mg. Aldo Castillo Chung
DNI: 18132971

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Excmo. Mons. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.

Arzobispo Metropolitano de Trujillo

Fundador y Gran Canciller de la

Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

Dr. Luis Orlando Miranda Díaz

Rector de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

Dra. Mariana Geraldine Silva Balarezo

Vicerrectora académica

Mg, Ing., Breiner Guillermo Díaz Rodríguez

Decano de la Facultad de Ingeniería

Dra. Ena Obando Peralta

Vicerrectora Académico de Investigación

Dr. Winston Rolando Reaño Portal

Director de la Escuela de Posgrado

Dra. Teresa Sofía Reategui Marin

Secretaria General

DEDICATORIA

Con amor y gratitud a mis PADRES, quienes en todo momento me orientaron con sus sabios consejos deseando siempre en mí una formación integral, como persona y como ser cognoscente, con la esperanza de forjar un futuro cada vez mejor, del mismo modo a mis PROFESORES, quienes me encaminaron por la senda del estudio.

Como tributo de gratitud por el apoyo incondicional y aliento en todo sentido, dedico este trabajo de investigación traducido en esta Tesis a mi esposa ANA, mis amadas hijas DYANNE y ANGIE, quienes son mi motor, fortaleza y motivo para alcanzar un mundo mejor con el conocimiento y la percepción integral de la ciencia.

Por la manifiesta ayuda moral a mis hermanos, NIXON, y en especial a JORGE quien me apoya con nuevos paradigmas en el campo de la investigación, a fin de que tenga una visión tridimensional, pues la edad no implica experiencia y conocimiento total.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento patente e imperecedero a **Dios** por brindarme la inteligencia y hacerme asertivo en los momentos más difíciles de carrera profesional, mostrándome el camino correcto para hacer frente a la adversidad, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente transformando el dolor en fuerza interna ayudándome a superar las dificultades habiendo puesto en mi camino personas que han sido mi soporte y compañía durante todo este proceso. Del mismo modo a todas aquellas personas que creen y confían en mí, haciendo nacer la esperanza por forjar un mundo cada vez mejor, porque sólo el conocimiento integral hará mejores a los hombres, solo el saber de engrandecer el espíritu, solo la percepción global de la ciencia nos hará más que un ser humano una persona.

De modo especial a **mis padres** Santiago, Helis y al **Asesor** Mg. Ing. Aldo Castillo Chung, su actitud positiva, espíritu de servicio transmitiendo seguridad personal asociado al conocimiento me sirvió mucho para culminar mi tesis. Así mismo a los docentes en mi formación profesional, sus relevantes conocimientos me sirvieron para cristalizar mi ilusión que anhelé y perseguí intensamente para convertirme en un ingeniero civil en el arduo camino de esta efímera vida.

Quien quiera ser grande, que sirva a los demás no que se sirva de los demás.

¡Gracias a todos ustedes!

ÍNDICE

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS.....	ii
CONFORMIDAD DEL ASESOR.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	14
II. METODOLOGÍA.....	26
2.1. Enfoque y tipo.....	26
2.2. Diseño de Investigación.....	26
2.3. Objeto de Estudio.....	27
2.4. Instrumentos, técnicas, equipos de laboratorio de recojo de datos.....	29
2.4.1. Instrumentos de recojo de datos.....	29
2.4.2. Técnicas de recojo de datos.....	30
2.4.3. Equipos de laboratorio de recojo de datos.....	30
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	30
2.5.1. Técnicas de procesamiento.....	30
2.5.2. Análisis de datos.....	32
2.6. Aspectos éticos en investigación.....	33
2.6.1. Consentimiento informado.....	33
2.6.2. Confidencialidad y privacidad.....	33

2.6.3. Beneficio y no maleficencia.....	33
2.6.4. Divulgación de conflictos de interés.....	33
2.6.5. Revisión ética y cumplimiento normativo.....	34
III. RESULTADOS.....	35
3.1. Descripción de resultados.....	35
3.1.1. Densidad de morteros de cemento bajo el efecto de caucho reciclado.....	35
3.1.2. Porosidad de morteros de cemento bajo el efecto de caucho reciclado.....	37
3.1.3. Resistencia en compresión de morteros de cemento bajo el efecto de caucho reciclado.....	39
3.1.4. Conductividad térmica de morteros de cemento bajo el efecto de caucho reciclado.....	41
3.1.5. Caracterización morfológica de caucho reciclado.....	43
3.1.6. Caracterización química de cemento Portland tipo I.....	44
3.2. Prueba de Hipótesis.....	46
3.2.1. Densidad de morteros de cemento bajo el efecto de caucho reciclado.....	46
3.2.2. Porosidad de morteros de cemento bajo el efecto de caucho reciclado.....	48
3.2.3. Resistencia en compresión de morteros de cemento bajo el efecto de caucho reciclado.....	51
3.2.4. Conductividad térmica de morteros de cemento bajo el efecto de caucho reciclado.....	53
3.2.5. Caracterización morfológica de caucho reciclado.....	55

3.2.6. Caracterización química de cemento Portland tipo I.....	55
IV. DISCUSIÓN.....	56
V. CONCLUSIONES.....	60
VI. RECOMENDACIONES.....	61
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	62
ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen de Caucho Reciclado.....	23
Figura 2. Diferentes paneles integrados de aislamiento térmico y decoración.....	25
Figura 3. Diseño del Experimento.....	27
Figura 4. Diagrama de flujo del procedimiento experimental.....	32
Figura 5. Densidad de morteros de cemento bajo el efecto de caucho reciclado.....	35
Figura 6. Porosidad de morteros de cemento bajo el efecto de caucho reciclado.....	37
Figura 7. Resistencia en compresión de morteros de cemento bajo el efecto de caucho reciclado.....	39
Figura 8. Conductividad térmica de morteros de cemento bajo el efecto de caucho reciclado.....	41
Figura 9. Morfología de caucho reciclado por microscopía óptica.....	43
Figura 10. Espectro FTIR de cemento Portland tipo I.....	44
Figura 11. Prueba de hipótesis de densidad de morteros de cemento bajo el efecto de caucho reciclado a 7 días.....	46
Figura 12. Prueba de hipótesis de densidad de morteros de cemento bajo el efecto de caucho reciclado a 28 días	47
Figura 13. Prueba de hipótesis de porosidad de morteros de cemento bajo el efecto de caucho reciclado a 7 días	48
Figura 14. Prueba de hipótesis de porosidad de morteros de cemento bajo el efecto de caucho reciclado a 28 días	50
Figura 15. Prueba de hipótesis de resistencia en compresión de morteros de cemento bajo el efecto de caucho reciclado a 7 días	51

Figura 16. Prueba de hipótesis de resistencia en compresión de morteros de cemento bajo el efecto de caucho reciclado a 28 días	52
Figura 17. Prueba de hipótesis de conductividad térmica de morteros de cemento bajo el efecto de caucho reciclado a 7 días	53
Figura 18. Prueba de hipótesis de conductividad térmica de morteros de cemento bajo el efecto de caucho reciclado a 28 días	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de muestras.....	35
Tabla 2. Niveles de variable independiente.....	35

RESUMEN

La investigación presente conto con el propósito de evaluar el efecto de la adición de caucho reciclado sobre la resistencia a la compresión y la conductividad térmica en morteros de cemento. Así mismo, se lograron caracterizar propiedades físicas: como la densidad aparente y porcentaje de porosidad, propiedades químicas como: los grupos funcionales del proceso de curado de los morteros de cemento. La investigación aplicó una metodología de tipo aplicada, cuantitativa y explicativa. Contando con un diseño experimental. La muestra de estudio constó de 240 morteros para ensayo de compresión y conductividad térmica; de relación a/c 0.45 constante y relación agregado: cemento 3:1. Se empleó Cemento Portland Tipo 1, caucho reciclado triturado y arena gruesa. La adición de caucho se dio en niveles de 0, 10, 15, 20, 25, 30, 35 y 40% en peso de cemento. Los morteros fueron sometidos a ensayos de compresión ASTM C109 y a ensayos de conductividad térmica ASTM E1225. Ambos siendo realizados a edades de 7, 14 y 28 días. Como también a métodos de caracterización física y química mediante ASTM C188, microscopía óptica y espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). Como resultados se obtuvo que a medida que el porcentaje de caucho reciclado aumenta en el rango de 0% a 40%, la conductividad térmica, la resistencia en compresión y la densidad disminuyen. Mientras que la porosidad de los morteros aumenta.

Palabras Clave: *aislamiento térmico, caucho reciclado, morteros, cemento*

ABSTRACT

The present research had the objective of determining the influence of the addition of recycled rubber on the compressive strength and thermal conductivity in cement mortars. Likewise, physical properties were characterized: such as apparent density and percentage of porosity, chemical properties such as: the functional groups of the curing process of cement mortars. The research applied an applied, quantitative and explanatory methodology. Having an experimental design. The study sample consisted of 240 mortars for compression and thermal conductivity testing; constant w/c ratio 0.45 and aggregate: cement ratio 3:1. Type 1 Portland Cement, crushed recycled rubber and coarse sand were used. The addition of rubber was given at levels of 0, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40% by weight of cement. The mortars were subjected to ASTM C109 compression tests and ASTM E1225 thermal conductivity tests. Both being carried out at ages of 7, 14 and 28 days. As well as physical and chemical characterization methods using ASTM C188, optical microscopy and Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR). As results, it was obtained that as the percentage of recycled rubber increases in the range from 0% to 40%, the thermal conductivity, compression resistance and density decrease. While the porosity of the mortars increases.

Keywords: *thermal insulation, recycled rubber, mortars, cement*