

ANÁLISIS Y REUTILIZACIÓN DE LOS ESCOMBROS DE LADRILLO CERÁMICO, EXPERIMENTANDO LA POSIBILIDAD DE NUEVOS MATERIALES NO ESTRUCTURALES



PROYECTO FINAL DE CARRERA PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE ARQUITECTO

AUTORES

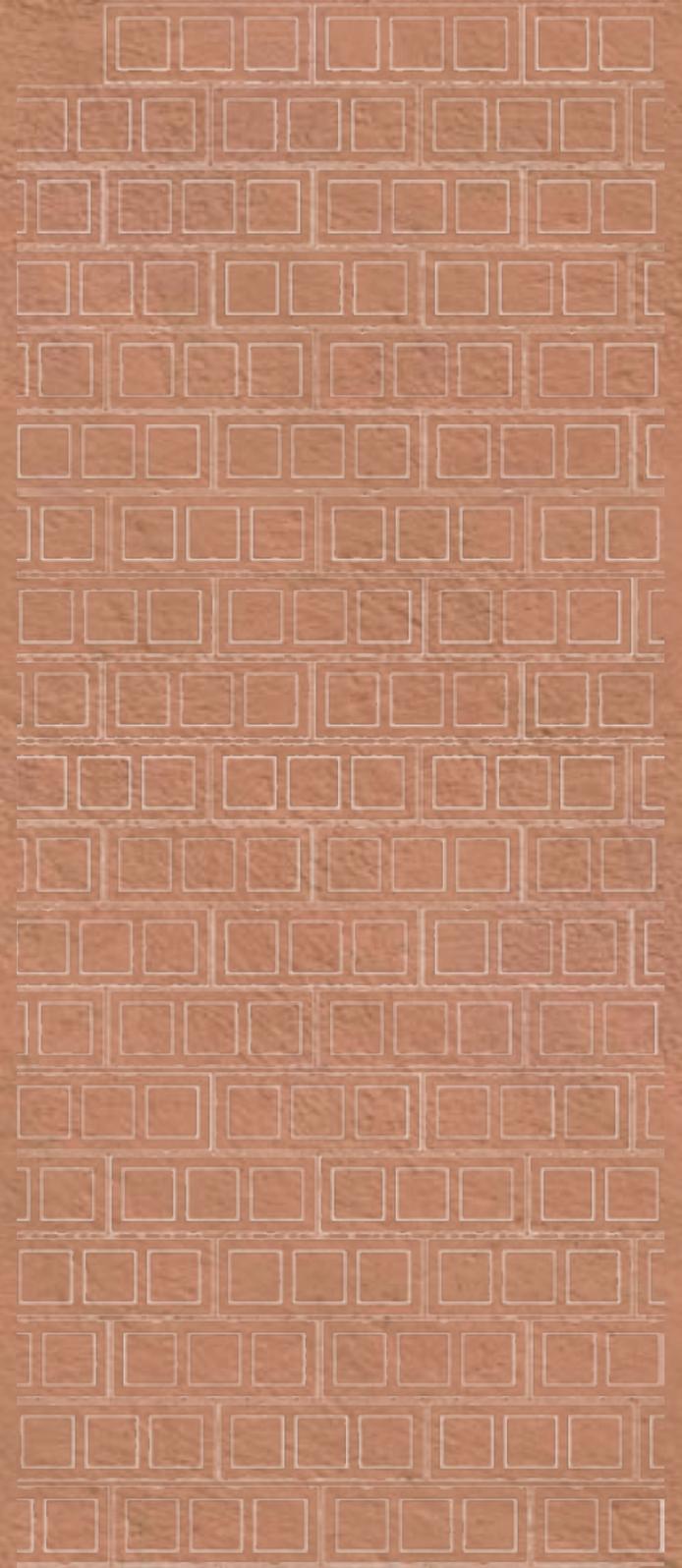
Matías Gabriel Vásquez Falconi- Juan Sebastián Vásquez Quintuña

Director

Arq. Carlos Contreras Lojano

CUENCA-ECUADOR

2024 - 2025



Dedicatoria

A mis padres, quienes fueron testigos de mi esfuerzo y de los días difíciles en los que me desvelaba para terminar los trabajos pendientes; a mi familia, que siempre se preocupó por mi formación como estudiante, preguntándome cómo iba cada día y brindándome su apoyo incondicional; y a mis amigos, que estuvieron a mi lado, luchando conmigo en medio de las entregas agotadoras, sin ánimos a veces, pero con la confianza de que todo valdría la pena y lograríamos grandes resultados.

Matias Vásquez.

Agradecimientos

A Dios por concederme la sabiduría para elegir esta carrera y por acompañarme en la culminación de esta etapa, en la que no solo adquirí conocimientos, sino también valiosas amistades que surgieron en el transcurso del día a día. Ahora, en esta nueva etapa, próximo a graduarme, le pido a Dios que continúe guiando cada una de mis decisiones y que se haga siempre su voluntad.

Expreso mi más profundo agradecimiento a mis padres, quienes confiaron plenamente en mí desde el momento en que les manifesté mi decisión de estudiar arquitectura. Su apoyo incondicional, tanto en el ámbito académico como en decisiones que repercuten en mi futuro.

Asimismo, agradezco a mi familia y amigos, quienes me motivaron a continuar adelante a pesar de las adversidades, como las calificaciones desfavorables o las situaciones en las que las cosas no salían como esperaba. Su respaldo constante fue un motor que me impulsó a superarme día tras día.

De igual manera, expreso mi sincero agradecimiento a nuestro tutor de tesis, por orientarnos en la correcta dirección para el análisis de la investigación. Agradezco también a quienes colaboraron en el desarrollo de este trabajo, como el ingeniero Eduardo Luna, por su disposición y acompañamiento en el laboratorio de ingeniería en minas para la realización de los ensayos al material; a la fábrica Magno, cuyo apoyo fue fundamental para el desarrollo de nuevos materiales; y a los profesionales William Lituma y César Paltán, por compartir sus conocimientos y permitirnos comprender el análisis de resultados.

A por más éxitos !.

Matias Vásquez

Dedicatoria

Esta tesis esta se la dedico con todo mi corazón.

A mis padres, que me enseñaron que en la vida las adversidades se enfrentan con carácter, esfuerzo y sabiduría, y que las decisiones más importantes se toman con el corazón. A mis hermanos, por ser ese impulso incansable, esa alegría sincera y ese motivo de seguir adelante en los días más difíciles.

A toda mi familia, y a mis amigos quienes han creído en mí, en mi capacidad, en mi como persona y en mi vocación como arquitecto. A quienes confiaron en este proceso, gracias por sostenerme con su cariño y apoyo.

Esta dedicatoria es para ustedes, porque este logro también es suyo.

Juan Sebastián Vásquez.

Agradecimientos

No quisiera dar nombres, porque temo olvidar a alguien importante. Pero a toda persona que se tome el tiempo de leer estas palabras: gracias. Gracias por tu apoyo, por tu compañía y por haber sido consciente del esfuerzo, la voluntad y la dedicación que puse en esta tesis.

Llegar al final de este proyecto me permite mirar atrás con gratitud y afirmar que nada de esto habría sido posible sin quienes me han acompañado con cariño, paciencia y confianza.

Quiero expresar desde lo más profundo de mi corazón mi gratitud a mis padres y a mis hermanos. Su amor incondicional, su constante preocupación y su fe en mí han sido fundamentales. En especial, les agradezco por haber estado a mi lado incluso en los momentos más difíciles. Fue en ellos donde encontré el apoyo y la fuerza para seguir adelante, no solo durante esta tesis, sino a lo largo de estos cinco años de carrera.

A toda mi familia, gracias por estar siempre pendientes, por sus palabras de aliento y por su presencia, incluso en la distancia. A mis amigos, que supieron escucharme, aconsejarme y no permitieron que bajará los brazos, les agradezco profundamente.

Y a quienes ya no están físicamente, pero me acompañan, gracias por su presencia infinita.

De forma especial, agradezco el respaldo académico y técnico de la Fábrica Magno; así como a los ingenieros Eduardo Luna, William Lituma, César Paltán, y a nuestro tutor de tesis, el Arq. Carlos Contreras, por su guía y orientación para encaminar esta tesis hacia el objetivo propuesto.

A mi compañero de tesis, gracias por ser más que un colega, por ser mi amigo. Ya que a pesar de los contratiempos siempre supimos seguir adelante. Fue un honor compartir este trabajo contigo. Finalmente, también me agradezco, por no rendirme, por la perseverancia y por creer siempre en mí.

Juan Sebastián Vásquez.

0.1. Revisión de Literatura

1.1. Marco Teórico	20
1.1.1. Sostenibilidad	22
1.1.2. Escombros generados en la construcción	23
1.1.3. Escombros de ladrillo en Cuenca.....	24
1.1.4. Entrevistas a constructoras de Cuenca	27
1.1.5. Ladrillo Cerámico.....	30
1.1.6. Ciclo de vida del ladrillo	32
1.1.7. Análisis de la composición de los escombros	35

0.2 Estado del Arte

2.1. Estado del Arte	41
2.1.1. "Residuos de Construcción y Demolición para la fabricación de ladrillos ecológicos"	42
2.1.2. "Ladrillo molido en concreto Permeable."	44
2.1.3. "Ladrillos triturados como agregados reciclados"	46
2.1.4. "Propiedades Físicas y Mecánicas de Bloques de Hormigón Compuestos con Áridos Reciclados"	48

0.3. Escombros de ladrillo

3.1. Introducción	52
3.2. Metodología.....	53
3.3. Residuos utilizados en la investigación.....	54
3.3.1. Lugar de recolección.....	54
3.3.2. Clasificación del material	55
3.3.3. Trituración del material.....	56
3.3.4. Tamizado del material.....	57

1.1.8. Trituración de escombros para obtención de agregado.....	38
1.1.8.1. Agregado fino	39
1.1.8.2. Agregado grueso	39

3.4. Ensayos en agregado fino y grueso (ASTM C330-331-332).....	58
3.4.1. Granulometría	58
3.4.2. Densidad Aparente	62
3.4.3. Impurezas orgánicas.....	66
3.4.4. Sobre la mancha	70
3.4.5. Terrones de arcilla	74
3.4.6. Perdida por ignición.....	78
3.5. Análisis y Conclusiones	83

0.4. Fabricación del material

4.1. Introducción	86
4.2. Aplicaciones del agregado fino en nuevo bloque.....	87
4.3. Recolección del material	88
4.4. Clasificación	89
4.5. Trituración.....	90
4.6. Transporte del material	91
4.7. Justificación del material a fabricar	92
4.8. Composición de bloque tipo B	94

0.5. Resultados y Comparaciones

5.1. Introducción	108
5.2. Metodología.....	109
5.3. Ensayo de Compresión	110
5.4. Ensayo Aspecto visual.....	114
5.5. Ensayo de dimensiones.....	118
5.6. Ensayo de Absorción / Durabilidad.....	122
5.7. Ensayo de aislamiento acústico	126
5.8. Ensayo conductividad Térmica	130
5.9. Análisis de costos de fabricación	135
5.10. Comparación de bloques	140

0.6. Conclusiones y discusiones

6.1. Composición de un bloque tipo B.....	146
6.2. Relación de cantidades ladrillo/bloque	147
6.3. Composición de bloque más resistente	148
6.4. Comportamiento de partículas	150
6.5. Relación cemento/granulometría.....	151

4.4. Metodología.....	96
4.5. Diseño de fabricación "Fabrica MAGNO"	98
4.6. Fabricación de los nuevos bloques	100
4.8. Conclusión	104

6.6. Conclusión general - OBJETIVO GENERAL	152
6.7. Conclusiones de escombros como materia prima - OBJETIVO 1	153
6.8. Conclusiones del bloque mixto tipo B - OBJETIVO 2	154
6.9. Conclusión sobre el impacto ambiental OBJETIVO-3	155
6.10. Conclusión sobre la viabilidad económica OBJETIVO- 3	156
6.11. Conclusiones Finales.....	157
6.12. Bibliografía	165

Palabras clave:

Escombros, ladrillo, materiales, desperdicios, sostenibilidad, optimización.

Resumen:

El objetivo principal de la tesis es analizar la viabilidad de otorgar una segunda vida a los escombros de ladrillo generados en la ciudad de Cuenca, Ecuador, residuos que frecuentemente terminan en botaderos sin un aprovechamiento adecuado. El proyecto comienza con un proceso integral que incluye la recolección, clasificación y estudio de estos escombros, permitiendo un análisis detallado de sus propiedades físicas y mecánicas. El análisis realizado reveló que los escombros de ladrillo, debido a la presencia de terrones de arcilla en su composición, pueden ser aprovechados en la fabricación de materiales no estructurales, específicamente en bloques para mampostería tipo B, de acuerdo con los requisitos establecidos en la norma INEN 3066. Con el apoyo de la fábrica Magno, se produjeron distintos bloques que incorporan escombros de ladrillo. Los bloques elaborados fueron comparados con el producto estándar de la fábrica, demostrando que la incorporación de escombros de ladrillo mejora la resistencia del bloque y reduce su costo, ofreciendo una solución sostenible que aborda dos problemáticas clave: el manejo adecuado de residuos y la demanda de materiales de construcción.

Key words:

Rubble, brick, materials, waste, sustainability, optimization.

Abstract:

The main objective of this thesis is to analyze the feasibility of giving a second life to the brick rubble generated in the city of Cuenca, Ecuador. This waste often ends up in landfills without proper utilization. The project begins with a comprehensive process that includes the collection, classification, and analysis of this rubble, allowing for a detailed analysis of its physical and mechanical properties. The analysis revealed that brick rubble, due to the presence of clay lumps in its composition, can be used in the manufacture of nonstructural materials, specifically type B masonry blocks, in accordance with the requirements established in the INEN 3066 standard. With the support of the Magno factory, various blocks incorporating brick rubble were produced. The produced blocks were compared with the factory's standard product, demonstrating that the incorporation of brick rubble improves the block's strength and reduces its cost, offering a sustainable solution that addresses two key issues: proper waste management and the demand for construction materials.