



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño de muros portantes, con ladrillos prefabricados con residuos de construcción y demolición para mitigar la contaminación ambiental

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTORES

Huallpa Flores, Percy Bryan
ORCID: 0000-0001-7877-5429

Pacara Ruggel, Favio Fernando
ORCID: 0000-0003-3866-2627

ASESOR

Sueldo Mesones, Jaime Pio
ORCID: 0000-0003-3760-8370

Lima, Perú

2023

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos de los autores

Pacara Ruggel, Favio Fernando

DNI: 74836962

Huallpa Flores, Percy Bryan

DNI: 72166057

Datos de asesor

Sueldo Mesones, Jaime Pio

DNI: 43703437

Datos del jurado

JURADO 1

Donayre Cordova, Oscar Eduardo

DNI: 06162939

ORCID: 0000-0002-4778-3789

JURADO 2

Estrada Mendoza, Miguel Luis

DNI: 10493289

ORCID: 0000-0002-8646-3852

JURADO 3

Valencia Gutierrez, Andres Avelino

DNI: 07065758

ORCID: 0000-0002-8873-189X

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 2.01.01

Código del Programa: 732016

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Percy Bryan Huallpa Flores, con código de estudiante N° 201711107, con DNI N°72166057, con domicilio en Jr. Unión 815 P.J la libertad, distrito Comas, provincia y departamento de Lima, y Favio Fernando Pacara Ruggel, con código de estudiante N°201711954, con DNI N° 74836962, con domicilio en Coop. Albino Herrera MZ T1 LT. 05C, distrito Callao, provincia y departamento de Callao, en nuestra condición de bachilleres en Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, declaramos bajo juramento que:

La presente tesis titulada: “Diseño de muros portantes, con ladrillos prefabricados con residuos de construcción y demolición para mitigar la contaminación ambiental ” es de nuestra única autoría, bajo el asesoramiento del docente Sueldo Mesones Jaime Pio, y no existe plagio y/o copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica o de investigación, universidad, etc.; la cual ha sido sometida al antiplagio Turnitin y tiene el 25% de similitud final.

Dejamos constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en la tesis, el contenido de estas corresponde a las opiniones de ellos, y por las cuales no asumimos responsabilidad, ya sean de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de internet.

Asimismo, ratificamos plenamente que el contenido íntegro de la tesis es de nuestro conocimiento y autoría. Por tal motivo, asumimos toda la responsabilidad de cualquier error u omisión en la tesis y somos conscientes de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de falsa declaración, nos sometemos a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y a los dispositivos legales nacionales vigentes.

Surco, 20 de octubre de 2023



(Percy Bryan Huallpa Flores)

DNI N°72166057



(Favio Fernando Pacara Ruggel)

DNI N°74836962

INFORME DE ORIGINALIDAD-TURNITIN

Diseño de muros portantes, con ladrillos prefabricados con residuos de construcción y demolición para mitigar la contaminación ambiental

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%	23%	4%	12%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	3%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uan.edu.co Fuente de Internet	1%
7	ladriarg-el-bajo.blogspot.com Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%

Dra. Vargas Chang Esther Joni

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada especialmente para mis padres, mis abuelos, mis tíos, mi enamorada y su familia. Igualmente, a todos mis compañeros que me apoyaron en este camino. Muchas gracias por sus consejos y por confiar siempre en mí.

Favio Fernando Pacara Ruggel

Dedico este trabajo a todos los que estuvieron conmigo; agradezco a mis Padres y familiares por su apoyo total. También a mis hermanos que han estado conmigo en cada experiencia y situación.

Percy Bryan Huallpa Flores

AGRADECIMIENTO

Primero que nada, agradecer a Dios que está con nosotros y ha sido nuestra guía en cada momento de nuestra vida. Dedicado a nuestra querida alma mater; Le agradecemos sinceramente por brindarnos el conocimiento y brindarnos la oportunidad como personas y profesionales de seguir esta maravillosa carrera. Expresamos nuestro más profundo agradecimiento al Dr. Jaime Sueldo Mesones por la excelente enseñanza y precisos consejos que nos ha brindado durante el desarrollo de esta tesis. Gracias a todos nuestros seres queridos cercanos que han seguido apoyándonos para lograr este sueño.

Favio Pacara y Percy Huallpa

ÍNDICE GENERAL

METADATOS COMPLEMENTARIOS	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
INFORME DE ORIGINALIDAD-TURNITIN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Descripción y Formulación del Problema	2
1.1.1 Problema General	4
1.1.2 Problemas Específicos.....	4
1.2 Objetivo General y Específico.....	5
1.2.1 Objetivo General	5
1.2.2 Objetivos Específicos	5
1.3 Delimitación de la Investigación	5
1.4 Justificación e Importancia del Estudio	5
1.4.1 Importancia.....	5
1.4.2 Justificación.....	5
1.4.3 Limitaciones del Estudio	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes del Estudio de Investigación	7
2.1.1 Investigaciones Nacionales	7
2.1.2 Investigaciones Extranjeras	8
2.2 Bases Teóricas Vinculadas a la Variable o Variables de Estudio	9
2.2.1 Muros Portantes.....	9
2.2.1.1 Ladrillo tipo Lego	11
2.2.1.2 Ladrillos Ecológicos	16
2.2.2 Contaminación Ambiental.....	18

2.2.2.1	Materias Primas	18
2.2.2.2	Impacto Ambiental	19
2.3	Definición de Términos Básicos.....	28
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS		29
3.1	Hipótesis	29
3.1.1	Hipótesis Principal:	29
3.1.2	Hipótesis Secundarias:	29
3.2	Variables	29
3.2.1	V1: Variable independiente:.....	29
3.2.2	V2: Variable dependiente:.....	29
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		30
4.1	Tipo y Nivel.....	30
4.1.1	Tipo	30
4.1.2	Nivel	30
4.1.3	Método.....	31
4.2	Diseño de la Investigación.....	31
4.3	Población y Muestra	31
4.3.1	Población	31
4.3.2	Muestra.....	32
4.4	Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos	32
4.5	Técnicas para el Procesamiento y Análisis de la Información.	32
CAPÍTULO V: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN		33
5.1	Diagnóstico y situación actual	33
5.1.1	Localización del proyecto	33
5.1.2	Estudios preliminares	35
5.2	Diseño del muro portante.....	36
5.2.1	Elaboración de los ladrillos tipo Lego.....	36
5.2.2	Ensayos de laboratorio	44
5.2.2.1	Variación dimensional de los ladrillos	44
5.2.2.2	Ensayo de alabeo	48
5.2.2.3	Ensayo de adsorción	50
5.2.2.4	Ensayo de resistencia a la compresión.....	54
5.2.3	Aplicación de los ladrillos tipo Lego prefabricados con RCD.....	57
5.3	Sostenibilidad ambiental.....	63

5.3.1 Reducción del consumo de materias primas	66
5.3.2 Reducción del impacto ambiental	66
CAPÍTULO VI: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	69
6.1 Resultados de la investigación.....	69
6.2 Análisis e Interpretación	69
6.3 Contrastación de hipótesis	69
6.4 Discusión	70
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES.....	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS	76
Anexo A: Matriz de Consistencia	76
Anexo B: Matriz de Operacionalización	77
Anexo E: Constancia de elaboración de ladrillos y diseño del muro	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Limitaciones en su aplicación.....	10
Tabla 2: Propiedades físicas de mampostería	14
Tabla 3: Limitación en el uso del ladrillo alveolar	14
Tabla 4: Contaminantes atmosféricos y sus efectos en la salud humana.....	22
Tabla 5: Accesibilidad del proyecto	34
Tabla 6: Ensayo variación dimensional	45
Tabla 7: Resultados del ensayo variación dimensional para largo	46
Tabla 8: Resultados del ensayo variación dimensional para ancho.....	46
Tabla 9: Resultados del ensayo variación dimensional para alto	47
Tabla 10: Variación dimensional promedio en milímetros	47
Tabla 11: Variación dimensional promedio porcentual.....	47
Tabla 12: Ensayo de alabeo	49
Tabla 13: Resultado del ensayo de alabeo	50
Tabla 14: Ensayo de absorción	52
Tabla 15: Resultado del ensayo de absorción.....	53
Tabla 16: Ensayo de Compresión	55
Tabla 17: Resultado del ensayo de resistencia a la compresión	56
Tabla 18: Cuadro de valores de cantidad de ladrillo por m2	58
Tabla 19: Proporciones volumétricas	61
Tabla 20: Cantidad de materiales por metro cúbico de mortero.....	61
Tabla 21: Usos de los morteros de cemento	62
Tabla 22: Usos de los morteros de cemento	63
Tabla 23: Energía consumida por el ladrillo.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Vertedero informal	3
Figura 2: Muro portante de albañilería	10
Figura 3: Ficha Técnica ladrillo tipo Lego	11
Figura 4: Ladrillo ecológico tipo Lego	12
Figura 5: Proceso constructivo de los ladrillos sostenibles	13
Figura 6: Proceso de fabricación de ladrillos industriales	15
Figura 7: Ficha Técnica ladrillo King Kong 18 huecos	17
Figura 8: Ladrillera en Huachipa	20
Figura 9: Vecinos de la asociación de vivienda Casa Huerta El Paraíso.....	21
Figura 10: Residuos peligrosos de la construcción.....	25
Figura 11: Composición de los RCD de los materiales	25
Figura 12: RCD en el cauce del río Lurín.....	26
Figura 13: Residuos de la construcción	26
Figura 14: Demolición sin segregación de residuos	27
Figura 16: Accesibilidad del proyecto	35
Figura 17: RCD's.....	37
Figura 18: Los RCD's puestos en baldes.....	37
Figura 19: Cemento APU	38
Figura 20: Arena gruesa.....	38
Figura 21: Maquina Homogenizadora	39
Figura 22: Materiales mezclados	40
Figura 23: Molde del Ladrillo.....	41
Figura 24: Fabricación del ladrillo ecológico	42
Figura 25: Ladrillo ecológico	43
Figura 26: Ensayo de variación dimensional	44
Figura 27: Ensayo de alabeo	48
Figura 28: Ensayo de absorción.....	51
Figura 29: Ladrillo saturado	51
Figura 30: Medición de peso	52
Figura 31: Lámina de mortero simple sobre el ladrillo	54
Figura 32: Ensayo de resistencia a compresión	55
Figura 33: Ladrillo Ecológico tipo Lego	57

Figura 34: Muro portante con asentado de sogas	58
Figura 35: Asentado de murete	59
Figura 36: Asentado en pila	59
Figura 37: Diseño del muro portante	60
Figura 38: Cantidades necesarias para el mortero	63
Figura 39: RCD's para su reutilización	64
Figura 40: Flujo de aspectos ambientales	68

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo diseñar un muro portante con ladrillos prefabricados con residuos de construcción y demolición (RCD) con la finalidad de mitigar la contaminación ambiental. Este proyecto ha consistido en una investigación de tipo aplicada y de enfoque cuantitativa; con el nivel explicativo vinculado a proyectos de muros portantes, donde se utilizó el diseño experimental y el análisis documental para la organización de la información.

El desarrollo de la presente investigación asoció el diseño de un muro portante con ladrillos prefabricados con RCD, como el ladrillo tipo Lego, con la mitigación de la contaminación ambiental. El diseño del muro portante trató sobre el uso del ladrillo tipo Lego y ladrillos ecológicos prefabricados con RCD. En la mitigación de la contaminación ambiental; se destacó la sostenibilidad ambiental, la mitigación del consumo de materias primas y el impacto ambiental. Se concluye que el diseño del muro portante con ladrillos prefabricados con RCD requiere pasar por varios ensayos correspondientes para que pueda cumplir con los requisitos que la norma pide, además la implementación del RCD en los ladrillos prefabricados demuestra un tipo de reciclaje positivo para poder mitigar el impacto ambiental y mantener la sostenibilidad ambiental.

Palabras clave: Muro portante, contaminación ambiental, ladrillos ecológicos, sostenibilidad ambiental.

ABSTRACT

The objective of this thesis is to design a portable wall with prefabricated bricks with RCD with the purpose of mitigating environmental pollution. This project has consisted of applied research with a quantitative approach; with the explanatory level linked to load-bearing wall projects, where experimental design and documentary analysis were used for the organization of the information.

The development of this research included the design of a load-bearing wall with prefabricated bricks with RCD, such as Lego bricks, with the mitigation of environmental pollution. The design of the load-bearing wall dealt with the use of Lego-type brick and ecological bricks prefabricated with RCD. In the mitigation of environmental pollution; Environmental sustainability, mitigation of raw material consumption and environmental impact were highlighted. It is concluded that the design of the load-bearing wall with prefabricated bricks with RCD requires going through several corresponding tests so that it can comply with the requirements that the standard asks for, in addition the implementation of the RCD in the prefabricated bricks demonstrates a type of positive recycling to be able to mitigate the environmental impact and maintain environmental sustainability.

Keywords: load-bearing wall, environmental pollution, ecological bricks, environmental sustainability.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis tiene como propósito, diseñar un muro portante con ladrillos prefabricados con residuos de construcción y demolición (RCD); con la finalidad de mitigar la contaminación ambiental, por medio del uso de ladrillos tipo Lego prefabricados con RCD en función a las necesidades de hoy en día. Así mismo los datos obtenidos servirán de base para incentivar el diseño de muros portantes con este tipo de ladrillos ecológicos.

El objetivo principal fue diseñar un muro portante con ladrillos prefabricados con RCD para mitigar la contaminación ambiental.

Capítulo I: se presenta el desarrollo, así como la descripción y los objetivos.

Capítulo II: se presenta lo teórico, los antecedentes y definiciones básicas.

Capítulo III: se presenta el sistema de hipótesis y las variables (dependiente e independiente).

Capítulo IV: se presenta la metodología, la población, entre otros.

Capítulo V: se presentan los ensayos y la parte experimental.

Capítulo VI: se presentan los resultados y las interpretaciones.

Para completar el trabajo de investigación se va a redactar conclusiones y recomendaciones, que describen la lista de bibliografía utilizada y anexos que contengan información que confirme lo realizado.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción y Formulación del Problema

La gestión de RCD's es un severo problema medioambiental en varios países, principalmente debido al aumento de la contaminación, las bajas tasas de reciclaje y la falta de medidas de prevención de residuos. (Garzón-Clavijo, 2020)

Cada año se generan en el mundo más de 6.500 millones de toneladas de RCD's (Pogotech, 2019)

En todo el mundo existe el deseo de reducir costos y contaminación en la construcción de mampostería, donde se utilizan diferentes materiales como ladrillos o bloques de concreto y se industrializa el proceso de producción, aumentando el índice de contaminación. Por tanto, la producción de estos productos prefabricados requiere de materiales ecológicos para ser técnica, social y económicamente viables.

Con el tiempo, la industria de la construcción continúa evolucionando, agregando nuevos procesos de construcción que son más rápidos, más versátiles, más simples y requieren menos procesos para completarse. Existen muchos tipos de mampostería, una de las más utilizadas es la mampostería confinada. Al mismo tiempo, las industrias que producen estos materiales siguen creciendo y generando más residuos durante la ejecución de procesos de fabricación. El uso de estos elementos de combustión en el proceso productivo no solo contribuye a la deforestación, sino que también aumenta las emisiones de dióxido de carbono, provoca contaminación y daña los ecosistemas. Sin embargo, a su vez, el proceso de construcción de los muros portantes también provoca RCD's, lo que produce una mayor contaminación.

Según Sevilla (2019) La mala gestión de los RCD's acaba contaminando suelos y playas; este acopiamiento crea vertederos informales, en la figura 1 se aprecia el vertido ilegal.

Figura 1

Vertedero informal



Nota. Disposición informal de RCD's. Adaptado de Defensoría del Pueblo [Fotografía], 2017, <https://n9.cl/txk54>

La Defensoría del Pueblo (2017) recomienda que los gobiernos locales fortalezcan el control de la eliminación inadecuada de los RCD's. Solo en Lima se generan cada día 19.000 toneladas de residuos, el 70% de los cuales se vierten en lugares informales como quebradas, arroyos y lugares públicos, situación que informa una severa advertencia para el medio ambiente, la sanidad y el medio ambiente. También, se puede apreciar que el paisaje está seriamente degradado.

Según, OEFA (2018) se han identificado 1,585 vertederos en todo el país. Las provincias con más rellenos sanitarios son Ancash (149), Cajamarca (123) y Puno (111). Las provincias con mayor superficie afectada por rellenos sanitarios son Lambayeque (438 hectáreas), Ica (276 hectáreas) y Piura (201 hectáreas).

Según una investigación del INEI (2016), la provincia de Lima, que se divide en sectores de construcción, industria, residuos y otros; generaba 8.013 toneladas de desechos sólidos cada día, solo se aprovecha el 25,3% de estos.

Aunque de todos estos logros, el manejo de residuos en el Perú y en otros países, está enfocada a los desperdicios sólidos urbanos, ya que, si bien el uso y medidas en las obras es obligatorio, muchos organismos relevantes lo han descuidado, destruyendo así el medio ambiente e incrementando los vertidos de residuos prohibidos en distintos países (Vidal Rainho, 2019).

En este contexto, si continuamos utilizando ladrillos convencionales para muros portantes de albañilería confinada durante la construcción, se producirán varias causas y efectos negativos de diferente naturaleza. Por ejemplo, el estudio estima que el aumento de los RCD's durante el desarrollo de la construcción generará mayores costos e impactos ambientales. Por otra parte, si se siguen utilizando procesos industriales en materiales cuya producción utiliza recursos naturales, y el origen de estos materiales está en procesos químicos, esto tendrá las siguientes consecuencias: más residuos en los procesos de construcción y producción, la morbilidad de la población aumentará, mayores vertederos informales y aumentará la contaminación.

La contribución de este estudio es el diseño de un muro portante con ladrillos prefabricados con RCD y el análisis de viabilidad de este sistema en relación al empleo de ladrillos convencionales en la construcción de muros de carga. De esta manera, buscamos reducir costos, la contaminación y el uso de recursos naturales en la construcción de Lima metropolitana, como alternativas de que la hagan viable socialmente, económicamente y variable, así como construir de manera sustentable. De tal forma que habilite la implementación en diferentes regiones o ubicaciones.

Como resultado de la protección de los recursos, se han desarrollado e implementado políticas que apuntan a optimizar los recursos naturales y promover procesos de economía circular, donde los productos que han completado su ciclo de vida, es decir, bienes de post-consumo o residuos, se reutilizan y se incorporan a la industria de producción para restaurar el valor y reducir el impacto ambiental de la resolución definitiva convencional de los productos antes mencionados, No es ajena a esta nueva energía y compromiso con la sostenibilidad. (Sánchez Rodríguez, s.f.)

1.1.1 Problema General

¿De qué manera los muros portantes con ladrillos prefabricados con RCD reducen la contaminación ambiental en la albañilería confinada?

1.1.2 Problemas Específicos

a. ¿De qué manera los ladrillos tipo Lego prefabricados con RCD reducen el consumo de materias primas?

- b. ¿De qué manera podemos reutilizar los RCD's para elaborar los ladrillos ecológicos a fin de reducir el impacto ambiental?

1.2 Objetivo General y Específico

1.2.1 Objetivo General

Diseñar un muro portante con ladrillos prefabricados con RCD's para reducir la contaminación ambiental.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a. Diseñar muros portantes con ladrillos tipo Lego prefabricados con RCD a fin de reducir el consumo de materias primas.
- b. Reutilizar los RCD's para elaborar los ladrillos ecológicos a fin de reducir el impacto ambiental.

1.3 Delimitación de la Investigación

- a. Delimitación espacial: La presente tesis se realizará en el laboratorio de la URP, ubicado en el distrito de Surco.
- b. Delimitación temporal: La presente tesis abarca entre los meses de abril y octubre del 2023, la cual tendrá una duración de 6 meses.

1.4 Justificación e Importancia del Estudio

La tesis contesta a la necesidad de averiguar y aprovechar la disposición de los RCD producidos en las obras de Lima Metropolitana para así poder diseñar muros portantes en base a ladrillos prefabricados con RCD con el fin de mitigar las emisiones de CO₂, consumos de materias primas y energía.

1.4.1 Importancia

El reciente estudio es significativo para observar, reseñar y examinar el diseño de muros portantes con ladrillos prefabricados con RCD de tal manera que, podamos mitigar la contaminación ambiental y los vertederos informales, de igual forma, se podrá observar que factores intervienen en la edificación de los muros portantes y el uso de los RCD en la utilización de los desperdicios en cuanto a la realización de ladrillos y bloques prefabricados que son utilizados no comúnmente en los procesos constructivos, pero que son parte de las futuras construcciones. con la finalidad de controlar y reducir el impacto ambiental y económico.

1.4.2 Justificación

La investigación contesta a la exigencia de averiguar y aprovechar la disposición de los RCD's producidos en las obras de Lima Metropolitana para así poder diseñar muros

portantes en base a ladrillos prefabricados con RCD con el fin de mitigar las emisiones de CO₂, consumos de materias primas y energía.

1.4.3 Limitaciones del Estudio

Actualmente, no es posible encontrar mucha información con respecto al diseño de un muro portante construido con ladrillos hechos con RCD, además las plantas que fabrican los ladrillos anteriormente mencionados se encuentran alejados de la ciudad de Lima.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del Estudio de Investigación

2.1.1 Investigaciones Nacionales

Vera, C. (2020), *Gestión de residuos de las actividades de la construcción y demolición en la ciudad de Huancayo*. Tesis para obtener el título de Arquitecto, Universidad Nacional Del Centro Del Perú; afirma que el tratamiento de los RCD's en edificaciones del municipio de Huancayo contrasta fuertemente con la legislación vigente. En resumen, se postula brindar entendimiento para la gestión óptima e integrada de la visión de desarrollo sostenible del municipio de Huancayo, identificando su contexto y características.

Jiménez, F. y Quesada, B. (2021), *Mejora de los procesos constructivos aprovechando los residuos de la construcción y demolición en Lima Metropolitana*. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad Ricardo Palma. Se refiere a cómo se debe vincular la mejora de los procesos constructivos en la ciudad metropolitana de Lima con la finalidad de aprovechar los residuos de construcción y así poder reducir el impacto ambiental producido por la colocación de residuos en vertederos ilegales, donde los residuos pueden ser reciclados y crear nuevas oportunidades. Se estudió el hormigón de áridos reciclados y se comparó con el hormigón convencional. La conclusión es que el proceso de construcción debe planificarse y controlarse para evitar re trabajos innecesarios. Para evitar el desperdicio, el diseño, la planificación y la modularizarían deben incluir elementos prefabricados y medidos previamente y adaptar las medidas comerciales de los materiales. También se llegó a concluir de que la manera más conveniente de gestionar los residuos es utilizar equipos de reciclaje. Su aislamiento, reducción, comercialización y reciclaje de RCD también mostró reducciones en las emisiones de CO2 en toneladas. Se ha descubierto que la incorporación de materiales reciclados al hormigón ayuda a mitigar el impacto de la polución en el medio ambiente, reduce la extracción de nuevos materiales, reduce las emisiones y aumenta los costos de producción.

Amaru, Z. y Vargas, K. (2017), *Gestión ambiental para el aprovechamiento y disposición adecuada de los residuos de la construcción y demolición. Caso: Distrito de San Bartolo*. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Geógrafo, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. El objetivo es ofrecer mecanismos de gestión ambiental para el adecuado uso y disposición de los RCD's provocados por los vecinos del sitio de

estudio. Una buena gestión de los residuos es necesaria para que las personas disfruten de un ambiente más sano y equilibrado y proporcione beneficios económicos a las empresas involucradas en el reciclaje de RCD, por lo que el gobierno municipal de San Bartolo está interesado en mejorar los incentivos de su plan de gestión y así poder alcanzar los objetivos y beneficios generales como la sostenibilidad, porque los materiales, aditivos y materias primas utilizados en la producción de materiales de construcción son en su mayoría recursos no renovables. Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo reducir la cantidad de disposición final de residuos mediante la reutilización o reciclaje, transformándolos en nuevos productos y como inversión para pequeños proyectos.

Sánchez, A. y Santos, D. (2022), Gestión de residuos de construcción y demolición para la construcción de viviendas caso vivienda unifamiliar en el distrito de Villa el Salvador. Tesis para optar al título profesional de ingeniero civil. El objetivo es evaluar la prevalencia de la gestión de RCD's y encontrar ideas adecuadas para profundizar la gestión de estos utilizando la base teórica y la base experimental llevada a cabo entre 2016 y 2021. Además, enriquecer y profundizar el manejo de los residuos de la construcción mediante la investigación y la demostración de su reciclaje y eliminación en sitios designados es una forma para que las empresas responsables de la gestión de los residuos de la construcción sumen sus ideas y fortalezas. Las empresas constructoras también demostrarán el uso de RCD y aprenderán sobre su reciclaje.

2.1.2 Investigaciones Extranjeras

Pérez, J. (2015), Manejo sostenible de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición de edificaciones. Tesis para optar a la maestría en Impactos Ambientales, Universidad de Guayaquil. El objetivo es alcanzar indicadores de Residuos de Construcción y Demolición (IRCD) y Calificaciones de Gestión (CRCD) de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) y su reciclaje para reducir el impacto ambiental. Demolición de edificios, incluidas sus etapas: construcción, diseño, demolición y mantenimiento, priorización de la recuperación, reutilización y regeneración de materiales mediante los métodos de la Universidad de Sevilla (España): identificar, caracterizar, cuantificar y evaluar intrusiones de desperdicios sólidos de construcción de edificios e infraestructura y demolición, se explora a través de los siguientes casos de estudio: la construcción de viviendas multifamiliares en la ciudad de Guayaquil y la construcción de la Iglesia Rectoral San Josemaría en la ciudad de Samborombón.

Suarez, S; Andrés, J; Mahecha, L. y Calderón, L. (2018) En su investigación, dijo que el manejo de residuos es un tema importante a considerar en los proyectos de desarrollo y sus políticas. Uno de los prerrequisitos necesarios para la implementación de una mejora de gestión de residuos es un análisis previo resultado de la obtención de residuos en el territorio. Según lo mencionado se postula un diagnóstico del manejo actual de los RCD's en el municipio de Ibagué (Colombia) y analiza sus Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA). Para realizar esta investigación, además de la comprobación bibliográfica, se tuvo el enlace con 56 empresas dedicadas a la construcción ubicadas en Ibagué. Además, se visitó organizaciones institucionales, chatarrerías y fábricas metalmecánicas. Con información y datos obtenidos encontramos que las constructoras tienen un mínimo conocimiento sobre temas relacionados con los accidentes vehiculares y su desigual sistema de gestión. En el estudio se encontró, que los residuos de la construcción a menudo son tierra excavada, que la mayoría de las empresas de análisis almacenan en vertederos. En futuros estudios se recomienda analizar el suelo y comprobar su estado y composición para poder tratar adecuadamente estos residuos.

Amaya, A. y Morón, A. (2017), Análisis del aprovechamiento y disposición final de los residuos de construcción y demolición durante el ciclo de vida de los proyectos civiles en la ciudad de Barranquilla. Tesis para optar al título profesional de ingeniero civil. El objetivo es desarrollar estrategias que permitan la reutilización RCD's a lo largo de todo el ciclo de vida de los proyectos civiles. También busca estudiar los residuos de construcción y demolición, conocidos internacionalmente como RCD, que genera cada proyecto. En la ciudad de Barranquilla, donde el objeto de estudio es la obra civil, se puede cuantificar la cantidad de residuos de la construcción luego de monitorear cuántos llegan a los vertederos legales autorizados "los pocitos" registrados en el PGIRS de la ciudad, así como a los vertederos no autorizados.

2.2 Bases Teóricas Vinculadas a la Variable o Variables de Estudio

2.2.1 Muros Portantes

Para los muros portantes no se deben utilizar bloques huecos, panderetas tubulares o bloques vacíos de concreto vibrado, ya que estas unidades pueden volverse quebradizas debido a las grietas diagonales en la pared. (San Bartolomé et al. 2018)

Según el RNE E.030, (2016) la aplicación de las unidades de albañilería está condicionado a lo indicado en la Tabla 1.

Tabla 1

Limitaciones en su aplicación

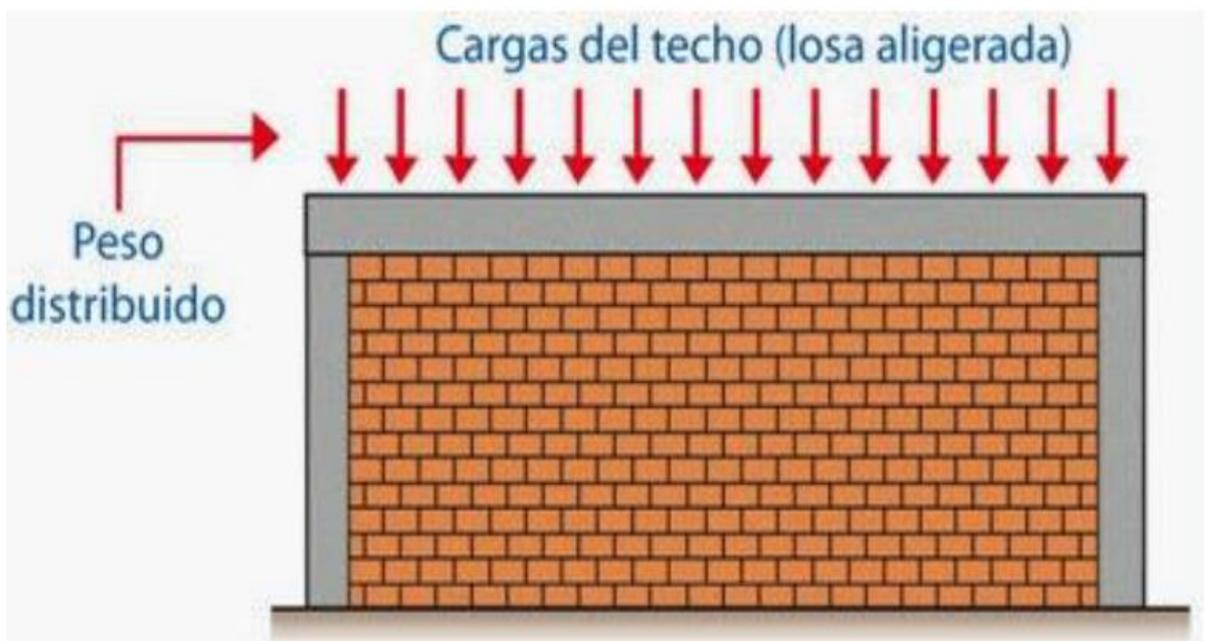
TIPO	ZONA SÍSMICA 2, 3 Y 4		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

Nota. zonas sísmicas según el tipo de muro, NTE E.030. Diseño Sismorresistente NORMA E.070 (2006)

Los muros portantes se encargan de transmitir cargas verticales y horizontales (ver figura 2) de la vivienda hasta la cimentación.

Figura 2

Muro portante de albañilería



Nota. Aceros Arequipa (2010)

2.2.1.1 Ladrillo tipo Lego

a) Reciclado

Según Bastardo (2017) los ladrillos de construcción tipo Lego están hechos de materiales económicos, disponibles en el mercado y son impermeables, resistentes a los impactos y al desgaste, lo que garantiza buenas condiciones.

Estos ladrillos tienen hendiduras en la superficie inferior que acomodan salientes en la superficie superior, que evitan que el ladrillo se deslice fuera de su posición sometándose a cargas laterales. En el adobe clásico, esto se logra mediante el uso de un mortero que crea un enlace químico con el bloque o ladrillo.

Figura 3

Ficha Técnica ladrillo tipo Lego



Nota. Se puede observar la ficha técnica del ladrillo tipo Lego prefabricado a base de RCD.

Figura 4

Ladrillo ecológico tipo Lego

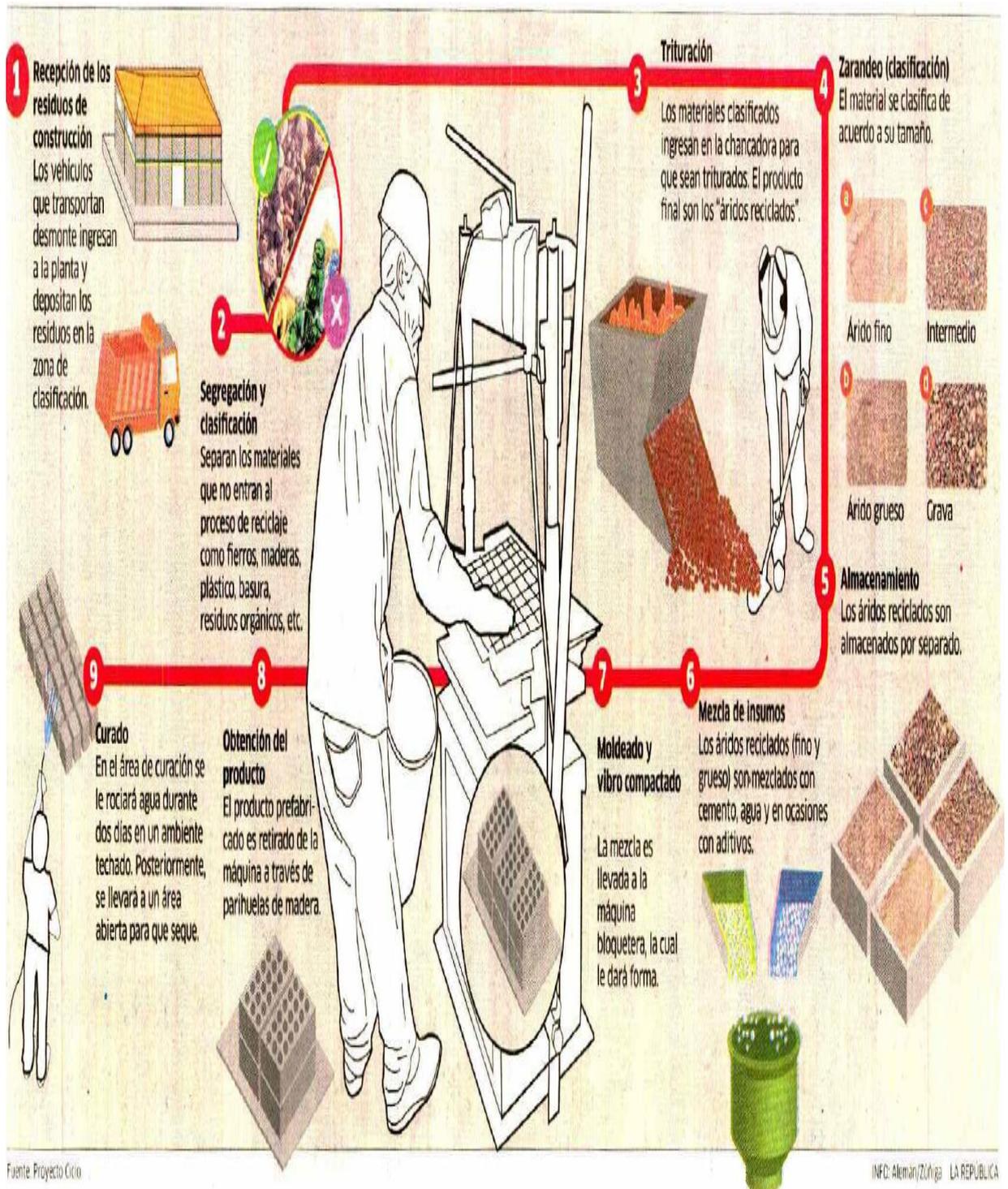


Nota. Bastardo (2018)

El producto (ver Figura 5) se llama *árido reciclado*. Está mecanizado por máquinas que le dan forma y tiene forma rectangular que exigen sus normas técnicas. Luego pasa por una fase de curado y una fase de secado que dura unos 5 días. El producto final será un ladrillo sostenible con 2 alveolos fabricado con materiales reciclados.

Figura 5

Proceso constructivo de los ladrillos sostenibles



Nota. Adaptado de *Reciclar Para Construir* (p. 2), por Milagros Berrios, 2016, La República Editorial

b) Tradicional

Según NTP 331.017 (2003) Se menciona a ladrillos hechos de arcilla, esquisto o materiales semejantes de tierra natural que se moldean, prensan o extruye y se tratan térmicamente (cocidos) a altas temperaturas.

Tabla 2

Propiedades físicas de mampostería

Tipo	Resistencia a la compresión (mínimo Kg/cm ²)	Densidad (mínimo en g/cm ³)	Absorción en (máx. en %)
I	60	1,50	Sin límite
II	70	1,55	Sin límite
III	95	1,60	25
IV	130	1,65	22
V	180	1,70	22
Bloque portante	50	.	12
Bloque no portante	20	.	15

Nota. Norma Técnica Peruana NTP 331.017, 2006, Obtenido de <https://pdfcoffee.com/ntp-331017-unidades-de-albaileria-ladrillos-de-arcilla-requisitos-1-9-pdf-free.html>

La utilización o aplicación de los equipos de albañilería estará sujeto a las siguientes tablas.

Tabla 3

Limitación en el uso del ladrillo alveolar

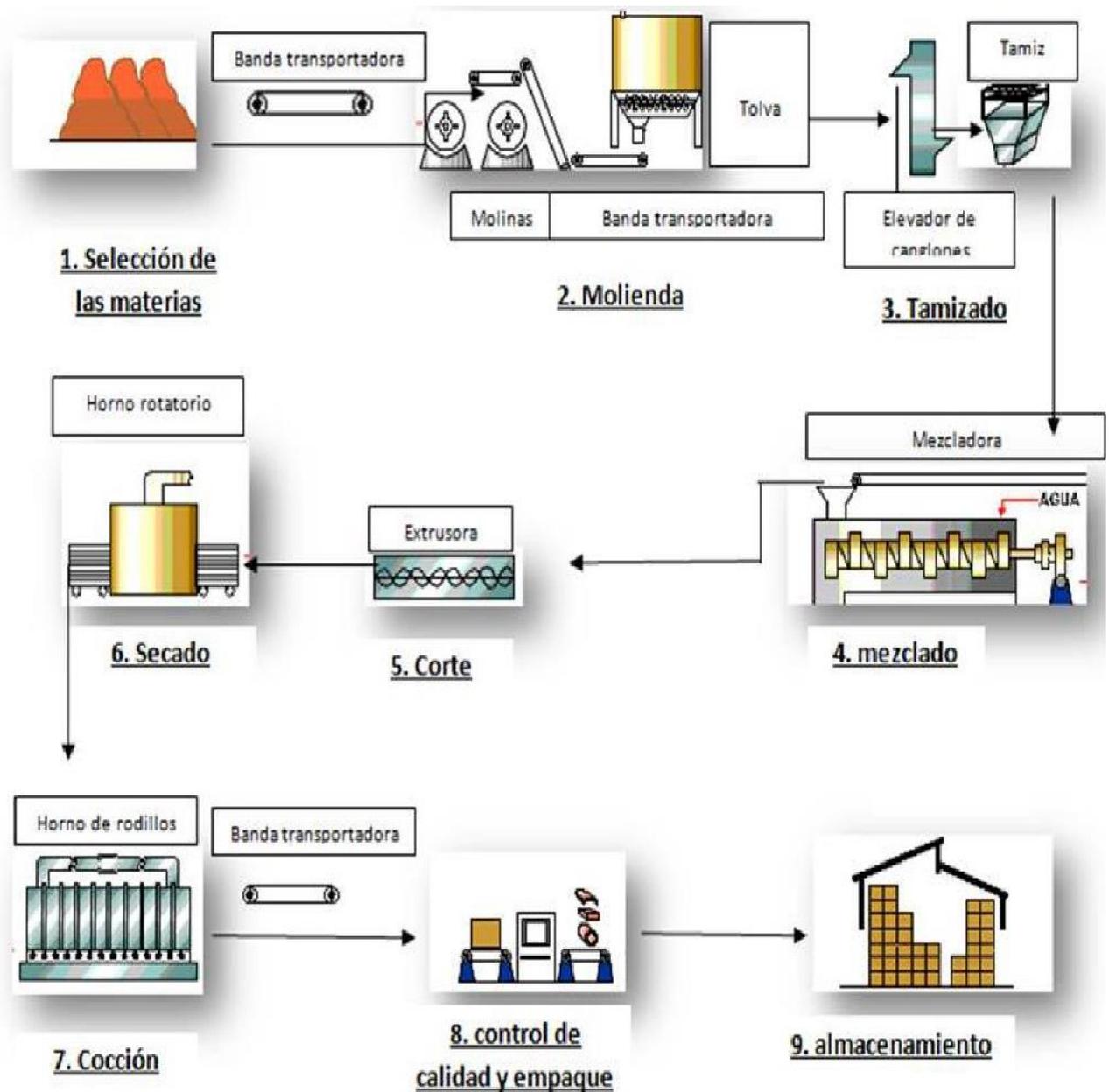
LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS CONFINADOS			
TIPO	ZONA SISMICA 3 Y 4		ZONA SISMICA 1 Y 2
	Muro portante en edificios de 4 pisos a mas	Muros portantes en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo el edificio
Alveolar	Celdas totalmente rellenas con grout en los dos primeros pisos. En los pisos restantes de acuerdo a lo indicado en los planos.	Celdas totalmente rellenas con grout en los dos primeros pisos y en el piso restante de acuerdo a lo indicado en los planos.	Celdas parcialmente rellenas con grout de acuerdo a lo indicado en los planos del proyecto.

Nota. RNE Albañilería E.070 (2019)

El procedimiento industrial se define por la utilización de maquinarias en el desarrollo de darle forma y el uso de hornos más avanzados en la fase de cocción. En estos hornos se realiza un registro de temperatura, lo que se traduce en una mayor productividad de la unidad de arcilla y una preferible disposición final. (EELA, 2015).

Figura 6

Proceso de fabricación de ladrillos industriales



Nota. Ladrilladores (2015)

2.2.1.2 Ladrillos Ecológicos

a) Bloques ecológicos

Morales (2013) afirmó lo siguiente:

Los elementos prefabricados de hormigón a partir de áridos reciclados producidos según la dosis estándar de construcción prefabricada tienen la misma configuración y apariencia que los elementos naturales, salvo ciertos cambios de color debidos a la presencia de materiales cerámicos. Los fragmentos reciclados pesan mucho menos debido a su menor densidad, lo que facilita enormemente su procesamiento in situ.

Luego, también se analizaron los parámetros físicos y mecánicos, investigando el pobre desempeño general de los productos prefabricados reciclados, entre los cuales los fabricados con áridos de hormigón reciclados, especialmente los parcialmente reemplazados, mostraron los mejores resultados. Más concretamente, opuesto de lo que generalmente se asevera en el documento de referencia, los bloques fabricados con árido de hormigón 100% reciclado presentan mejores propiedades mecánicas que los bloques con incorporación parcial de áridos naturales.

b) Ladrillos King Kong ecológicos

Según, la empresa CICLO (2018) introduce una originalidad con respecto a los tradicionales ladrillos peruanos y los produce a partir de una mezcla de hormigón con más del 75% de áridos reciclados en su receta.

Figura 7

Ficha Técnica ladrillo King Kong 18 huecos

 CICLO PROYECTO ARQUITECTURA RECICLADA	Ficha Técnica LADRILLO KING KONG 18 HUECOS
Descripción	Ladrillo para muro portante tipo IV, fabricada con agua, cemento y agregados reciclados.
Características	Fabricadas cumpliendo los requisitos de la Norma Técnica de albañilería E.070.
Medidas (cm)	23 de largo x 13 de ancho x 9 de alto
Resistencia a la Compresión	130 kg/cm ²
Usos	Todo muro portante que soporte carga. También usados para cercos perimétricos.
Ventajas	Diferenciación: Bloque eco amigable No posee alabeo ni variación de dimensiones
Rendimiento	36 unid/m ²
Colores	Gris y a pedido del cliente
Diseño	

Nota. Se puede observar la ficha técnica del ladrillo King Kong de 18 huecos prefabricado a base de RCD. Fuente: Ciclo (2018)

2.2.2 Contaminación Ambiental

2.2.2.1 Materias Primas

a) Social

Las dificultades de la contaminación están directamente relacionadas con las RCD's, que tienen un enorme impacto en todo lo que nos rodea, manifestado en el desgaste de los ecosistemas y la desaparición de clase de animales y vegetales. Pero la contaminación no se da solo en los océanos, también afecta a los ecosistemas terrestres y aéreos. La forma de contaminación más fácil de percibir es la contaminación terrestre, y aunque la eliminación de estos residuos no se toma tan en serio, su paso por la tierra provoca daños a los ecosistemas que pueden durar mucho tiempo, gracias a un gran tiempo de vida de los RCD's.

Una mala gestión de los RCD's puede provocar la merma de ecosistemas estratégicos y la polución de recursos naturales como el aire, el agua y el suelo, además, la formación de lixiviados por la presencia de sustancias orgánicas amenaza la salud pública. Además, la unión de materiales peligrosos con los RCD's afecta las fuentes de agua, reduciendo la calidad de este recurso, además de crear partículas en la atmósfera.

El OEFA nos dice que el Perú, morada de más de 30 mill. de personas, tiene sólo 12 vertederos aprobados y en funcionamiento. Los residuos sólidos van a cualquier punto intermedio. Un destino es Carpayo de Ventanilla, la playa más sucia de América Latina. Las posibles consecuencias sociales del proceso de fabricación del ladrillo son: lesiones, impacto en la salud de la población y cambios en las rutinas de las personas. Los impactos ambientales incluyen: cambios en las tierras agrícolas, contaminación del aire y del agua, cambios en la flora y la fauna y aumento de los niveles de ruido.

A la hora de comprobar el consumo energético de una vivienda, la atención principal suele centrarse en su diseño, climatización, electrodomésticos y uso de energías renovables. Pero lo que muchas veces se deja de lado es el hogar en sí, la medición de energía requerida para producir cada uno de sus componentes: ladrillos, vigas, cemento, tejas, tejas.

Ignacio Zabalza, investigador del Centro de Investigación en Energía y Consumo (CIRCE), señala que la construcción tradicional requiere un total de 2,3 toneladas de materiales por m² de espacio habitable. Si se tiene en cuenta el peso de los recursos afectados por el proceso productivo, esta cifra se multiplica por tres: 6 toneladas por m². Se desperdicia una buena oportunidad para elegir materiales de construcción que hagan un hogar sostenible. Un ejemplo es el ladrillo, que se fabrica principalmente a partir de

arcilla de cantera. Existen diferencias que pueden reducir significativamente este efecto. Esto se aplica a la arcilla ligera (que consta de un 85% de arcilla y un 15% de paja) y a la ceniza de sílice (que contiene arena de sílice). Reemplazar algunos ladrillos por otros puede ser más efectivo que otros movimientos de construcción o equipamiento más discutidos.

Otra forma de mitigar significativamente el impacto de una casa en el medio ambiente es reciclar algunos de sus materiales al final de su vida. Hoy en día esto es muy difícil, porque cuando se derriba un edificio queda una montaña de escombros, en la que es difícil separar los materiales.

Bazán (2018) menciona que:

El análisis de impacto social es un proceso que permite estudiar las posibles consecuencias futuras de los residuos. También permite estudiar los daños que causan a la salud y al ambiente.

b) Económico

Las funciones de construcción y derrumbamiento tienen un efecto negativo en el medio ambiente que puede atribuirse directamente a los residuos generados. Se producen en dos casos: durante la extracción de materiales minerales utilizados en la producción de materiales de construcción y durante la producción de los mismos, así como durante los trabajos de construcción y demolición.

Durante la minería, el mayor impacto negativo es la propia minería, como se muestra a continuación. En la misma etapa de la minería se generan algunos residuos similares a los que se generan durante las obras, pero el impacto en este caso es pequeño comparado con la propia minería.

2.2.2.2 Impacto Ambiental

a) Partículas contaminantes.

Una fábrica de ladrillos es una sala que se utiliza para moldear y hornear arcilla para fabricar ladrillos para la construcción. Se estima que cada año se producen 1,5 billones de ladrillos en todo el mundo.

Las emisiones contaminantes de los hornos de ladrillos dependen de la temperatura, el tiempo de combustión, el tipo de combustible y el horno utilizado. La industria ladrillera de los países menos desarrollados utiliza tecnología ineficiente que produce humo negro. Además, se utilizan diversos tipos de combustibles de baja calidad, como neumáticos, aserrín, cenizas, queroseno, plástico, residuos electrónicos, etc.

Los vecinos afectados de Huachipa exigen que estas apariciones sean erradicadas. La reciente orden MML permitió que continuaran las empresas oficiales de ladrillos y adobe, pero prohibió el establecimiento de nuevas fábricas.

Figura 8

Ladrillera en Huachipa



Nota. Ladrillera en Huachipa afecta los vecindarios aledaños, El Comercio, 2021, Obtenido de https://elcomercio.pe/lima/las-ladrilleras-que-contaminan-lima-este-alarman-testimonios-de-vecinos-que-respiran-aire-toxico-oefa-minam-noticia/#google_vignette

Figura 9

Vecinos de la asociación de vivienda Casa Huerta El Paraíso



Nota. Vecinos deben poner plástico en sus ventanas, El Comercio (2021). Obtenido de https://elcomercio.pe/lima/las-ladrilleras-que-contaminan-lima-este-alarman-testimonios-de-vecinos-que-respiran-aire-toxico-oefa-minam-noticia/#google_vignette

La fundamental vía de manifestación de los contaminantes es el aire, y también se producen procedimientos de deposición atmosférica en el suelo, sedimentos y cuerpos de agua. Normalmente, los barrios de ladrillos se construyen alrededor de áreas urbanas.

Tabla 4**Contaminantes atmosféricos y sus efectos en la salud humana**

Contaminante	Descripción	Síntomas	Efectos
PM	Material particulado	Apnea, ataques de asma, irritación de ojos, nariz y garganta, tos y opresión del pecho	Respiratorios, cardiovasculares, estrés oxidativo e inflamación y bajo peso al nacer
HAP	Compuestos orgánicos de dos o más anillos aromáticos	Náuseas, irritación ocular, vómitos, diarrea	Sistema hormonal, daño al ADN, mutaciones, daño renal, hepáticos, respiratorios
NO ₂	Gas denso, color marrón rojizo de olor acre	Disnea, tos, flema, irritación de los ojos y garganta, cansancio y falta de aire	Respiratorios
SO ₂	Gas soluble en agua e irritante	Irritación de nariz, ojos y garganta	Respiratorios y resistencia pulmonar
CO	Gas incoloro sin olor o sabor	Dolor de cabeza, somnolencia, mareos, visión borrosa, náuseas, esfuerzo y falta de aliento	Sistema nervioso central y cardíacos; reducción de capacidad de transferir oxígeno
Metales	Componentes de la corteza terrestre que no se degradan ni destruyen	Trastornos de la memoria, sueño, ira, fatiga, temblores en las manos, visión borrosa y dificultad para hablar	Sistema nervioso, aborto espontáneo, bajo coeficiente intelectual, malformaciones congénitas
Otros Dioxinas Insecticidas BPCs	Contaminantes persistentes	Efectos en la piel, irritación de la nariz y pulmones, depresión y fatiga	Cardiopatías, daño al hígado, afectación del desarrollo del sistema nervioso del feto

PM: Material particulado
 NO₂: Dióxido de nitrógeno
 CO: Monóxido de carbono
 HAP: Hidrocarburos aromáticos policíclicos
 SO₂: Dióxido de azufre
 BPC: Bifenilos policlorados

Nota. Revisión del impacto del sector ladrillero sobre el ambiente y la salud humana en México

Se ha demostrado que la polución del aire tiene consecuencias tanto crónicas como agudas en la salud humana. La evidencia ha demostrado que la exposición a partículas de ladrillo afecta principalmente al sistema respiratorio, causando enfermedades pulmonares agudas como tos, flema crónica, opresión en el pecho y opresión, seguidas de efectos como asma, bronquitis, etc.

La ALACEP destacó que la empresa está compuesta por cerca de 2.000 fábricas ladrilleras, de las cuales sólo el 20% son formales. La asociación está integrada por Ladrillos Lark, Ladrillos El Diamante, Ladrillos Fortes, Pirámide y Ladrillos Maxx; Nilo Mendoza, presidente de Brick Alliance, afirma que, aunque se espera que más empresas sigan sumándose a ALACEP, uno de los objetivos de la alianza es difundir los beneficios

del ladrillo cerámico; promoción de la protección del medio ambiente en la industria del ladrillo y la teja; y ayudar a los productores de ladrillos hechos a mano a lograr un desarrollo sostenible.

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) tomó la decisión que dos fábricas de ladrillos que operan en el distrito Huachipa recibieran la orden de cesar sus operaciones debido a la contaminación que producen afectando la salud de los habitantes de esta zona de la capital.

La directora general del OEFA, Miriam Alegría, dijo que algunas empresas se resisten al ingreso de técnicos, por lo que no pueden completar la inspección. También dijo que continuarán y regresarán al sitio para cumplir su misión. "Si encontramos violaciones de las normas ambientales, paralizaremos sus actividades", enfatizó.

El ministro de Medio Ambiente, Modesto Montoya, inspeccionó la actividad industrial durante el fin de semana y constató el impacto negativo en la zona. "Vemos partículas emitidas por las fábricas de ladrillos que son perjudiciales para la salud. El polvo tóxico está entrando en los hogares de la gente de Huachipa", señaló.

La extracción de materias primas (arcilla, sílice y caolín) afecta el suelo porque este componente se elimina del suelo en grandes cantidades y la maquinaria utilizada (como cargadores frontales y camiones volquete) provoca la compactación del suelo. En cuanto al tema del paisaje, se sabe que la remoción y transformación de la superficie del terreno tiene un efecto paisajístico, cambiando el paisaje y la topografía del área afectada por la actividad, pero también cambiando la estructura del paisaje, es decir. Es la relación entre paisajes. Los diferentes ecosistemas o elementos tienen riqueza (número de elementos ecológicos), diversidad (variedad de elementos) y mosaico (configuración espacial de elementos). Estos suelos son frágiles debido a los desplazamientos y a la propia minería, permitiendo que se produzcan deslizamientos de tierra, aumentando el impacto sobre el medio ambiente o las poblaciones aledañas.

Finalmente, la emisión de contaminantes atmosféricos en esta etapa del trabajo de la industria ladrillera viene dada por la generación de polvo causado por el mismo movimiento y manipulación del suelo, así también la misma emisión de gases generados por los mismos equipos de trabajo por el uso del combustible y finalmente la generación del ruido, aunque este último tiene una área de influencia reducida pero un impacto inmediato en los trabajadores y cuya exposición a un ruido con decibeles altos genera malestar en los trabajadores.

b) RCD

Son los residuos producidos durante las funciones y procesos de construcción, reparación, restauración, renovación y demolición de edificios e infraestructuras. (MVCS, 2016)

Los RCD se clasifican según su inicio:

- Residuos de sitios de extracción de minerales o de obras donde se realicen movimientos de tierras limpias y que no estén involucrados en ninguna otra función constructiva.
- Residuos de proyectos de construcción.
- Residuos de demolición.

Cada tipo tiene características diferentes:

- Residuos de sitios mineros o movimientos de tierra limpios

Son residuos constituidos únicamente por materiales de origen pétreo, de diversos tipos y granulaciones. No están contaminados con otros materiales de construcción.

- Residuos de construcción

Se trata principalmente de residuos de piedra y cerámica (alrededor del 75%) y contiene cantidades importantes de otros materiales. La piedra (grava) contiene principalmente restos de hormigón y cerámica de materiales desconchados o destruidos. Una gran parte de estos residuos heterogéneos se compone de plástico y papel procedente de embalajes de materiales de construcción.

- Residuos de demolición

Se trata de residuos semejantes a escombros de construcción con proporciones entre escombros (residuos de hormigón y cerámica) y otro tipo de residuos. Según MVCS (2013), los residuos peligrosos recogidos por los RCD incluyen:

- Restos de madera tratada
- Recipientes para quitar pintura, aerosoles
- Envases para desengrasantes, adhesivos, quitapinturas.
- Envases de pintura, pesticidas, madera contrachapada, pegamento y barniz.
- Restos de lámparas fluorescentes, transformadores, condensadores, etc.
- Residuos de PVC (sólo después de temperaturas superiores a 40 °C)

Figura 10

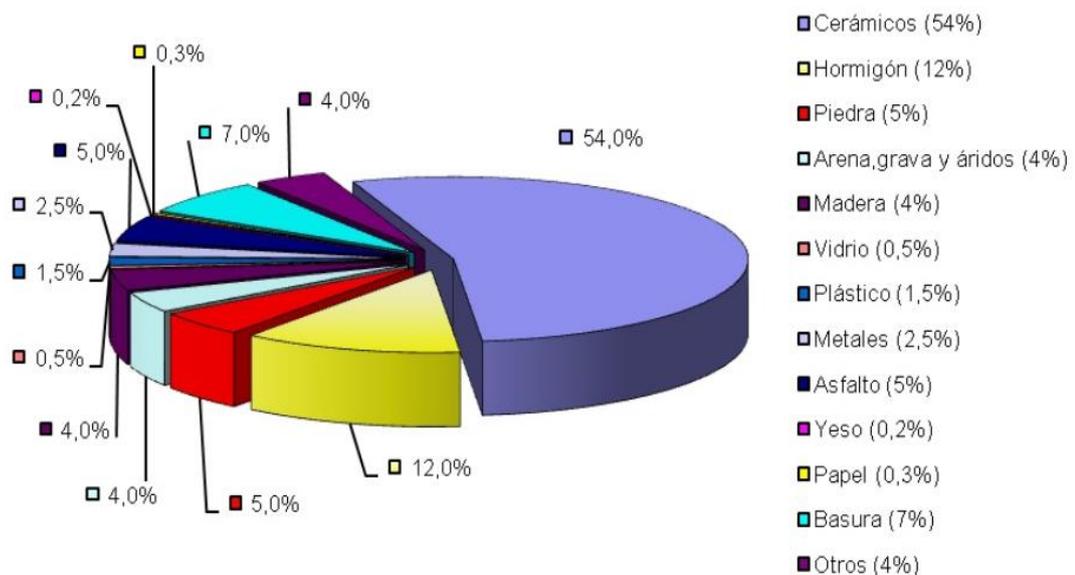
Residuos peligrosos de la construcción



Nota: la figura nos muestra que debemos tener en cuenta de los residuos peligrosos y saber tratarlas para su reutilización. Fuente: MVCS (2016).

Figura 11

Composición de los RCD de los materiales



Nota. La figura nos muestra las composiciones de los RCD en la que se procesan de acuerdo a la variedad de materiales (2014).

Figura 12

RCD en el cauce del río Lurín



Nota. Actualidad ambiental (2019)

Los residuos de construcción se pueden clasificar in situ o enviarse a una empresa de clasificación y reciclaje. Los residuos clasificados in situ se envían a empresas de reciclaje. Los residuos que no se clasifican in situ también acaban en el mismo lugar. Los residuos no peligrosos reciclados son residuos minerales, metálicos, de hormigón, de madera, de cerámica, de plástico, de papel y de cartón. La Figura 13 muestra diversos residuos.

Figura 13

Residuos de la construcción



Nota. Tomado de Olivares y De la Cruz (2020)

Actualmente se desconoce el sitio de disposición final aprobado. Poco se sabe sobre los vertederos autorizados que reciben residuos sólidos de la actividad de demolición para su disposición final. Los residuos sólidos provenientes de las actividades de demolición se depositan en vertederos, pero existen vertederos aprobados para su disposición final. Algunos entrevistados indicaron que el sitio de disposición final de residuos sólidos inertes provenientes de actividades de demolición es un vertedero si es un sitio de disposición aprobado.

La degradación ambiental provocada por la industria de la construcción obliga a los profesionales a esforzarse en realizar cambios responsables para lograr una construcción sostenible. Por tanto, el problema no es solo el volumen de residuos sólidos generados por las actividades de construcción y demolición (RCD), sino también la insuficiente o casi inexistente separación de estos residuos sólidos en el punto de inicio, así como el bajo valor añadido y la reutilización de los residuos como agregado o para otras aplicaciones.

Figura 14

Demolición sin segregación de residuos



Nota. La imagen que ven a continuación, demuestra que no separan los agregados para un óptimo reciclado.

2.3 Definición de Términos Básicos

Contaminación ambiental. - La contaminación ambiental es cualquier sustancia (física, química o biológica) o combinación de sustancias en un lugar en tal forma y concentración que es o se espera que sea negativo para la salud, la seguridad y el bienestar de la población. (Palacios y Moreno Castro, 2022)

Ladrillo

Un ladrillo es un dispositivo cuyo tamaño y peso permiten su manipulación con una sola mano. Un bloque se llama unidad y necesita en el mayor de los casos dos manos debido a su medida y peso.

Desarrollo Sostenible

El desarrollo de restauración y mejora de la calidad de la vida social mediante la combinación de medidas de protección ambiental (VGA, 2009).

Desecho peligroso

Es una forma de ordenar las partes de un objeto. Como término de ingeniería, se refiere a la parte de una estructura que resiste fuerzas. (Viceministerio de Gestión Ambiental, 2009).

Bloque

Los bloques de hormigón son uno de los elementos más utilizados en la construcción. Es una pieza plegable a prueba de vibraciones que se utiliza habitualmente para levantar mampostería. (estructural, no estructural). (NTC, 2016)

Residuos de construcción y demolición – RCD

Según de Santos et al. (2011) Corresponde a todos los residuos sólidos, antiguamente denominados residuos, generados por actividades de construcción, reparación o demolición, construcción u otras actividades conexas, auxiliares o similares.

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis

3.1.1 *Hipótesis Principal:*

El diseño de muros portantes con ladrillos prefabricados con RCD reduce la contaminación ambiental.

3.1.2 *Hipótesis Secundarias:*

- a. El diseño de muros portantes con ladrillos tipo Lego prefabricados con RCD reduce el consumo de materias primas.
- b. La reutilización de los RCD's para elaborar los ladrillos ecológicos reduce el impacto ambiental.

3.2 Variables

“Una variable es una característica, atributo, propiedad o cualidad que pueda estar o no presente en el objeto de estudio” (Borja, 2016, p. 23).

Por lo tanto, Borja (2016) afirma que en proyectos que necesitan demostrar una relación causal entre una variable independiente y una variable dependiente, la variable independiente es la variable que afecta a la variable dependiente, con la letra “X”, ya que, la variable dependiente es el resultado de la variable independiente denotada con la letra “Y”.

3.2.1 *V1: Variable independiente:*

Muros portantes

3.2.2 *V2: Variable dependiente:*

Contaminación Ambiental

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación actual es la investigación literaria, documental y experimental. Es bibliográfica porque se sustenta en un marco teórico basado en artículos científicos, estudios que incluyen las variables estudiadas, especificaciones técnicas, etc. Según diversos estándares utilizados por expertos e investigadores respecto al diseño de muros de carga de ladrillo prefabricado con RCD, obteniendo información relevante y fidedigna.

4.1 Tipo y Nivel

4.1.1 Tipo

Según Vargas (2009), la investigación aplicada se entiende como la utilización del conocimiento en la práctica, además de enriquecer el bagaje de nuevos conocimientos, aplicándolos en beneficio de sectores o grupos de personas.

Esta investigación es de tipo aplicada en su objeto o finalidad. Respecto a Hernández et al. (2014) El propósito de la investigación aplicada ya que busca resolver problemas, por lo que en este estudio buscamos una solución alternativa al problema de la contaminación ambiental y la sobreexplotación de los recursos naturales.

La presente investigación es de tipo Aplicada porque tomaremos acciones al respecto para poder diseñar un muro portante seguro y ecológico que, además, pueda mejorar la situación social y ambiental.

Según Borja (2016) menciona que: “Este tipo de investigación busca conocer, actuar, construir y modificar una realidad problemática” (Borja, 2016, p. 10).

4.1.2 Nivel

El nivel de investigación del artículo ayudará a definir el alcance, la profundidad y la originalidad de la investigación, así como también proporcionará orientación sobre la planificación, los métodos y la interpretación de los resultados de la investigación.

Por su propia naturaleza, este nivel de investigación es explicativo porque tiene una relación de causa y efecto; no sólo intenta describir o resolver el problema, sino que también intenta encontrar la causa.

Parravicini (2022) afirmó que el propósito de la investigación es explicar ya que relaciona causales entre variables o fenómenos. Utiliza métodos de investigación más rigurosos, como experimentos controlados o estudios longitudinales.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) menciona que: “Una investigación de nivel explicativo es cuando se determinan las causas de los fenómenos, generan un sentido de entendimiento y son sumamente estructurados” (p. 4).

4.1.3 Método

El método de investigación es cuantitativo, ya que los resultados se analizan y comparan con las hipótesis propuestas mediante el análisis de tablas estadísticas, cálculos y gráficos; Asimismo, el método es deductivo ya que a partir de la información recopilada se utilizan instrucciones para demostrar el diseño de muros portantes con ladrillos prefabricados con RCD.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) menciona que: “El enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías”. (p. 4).

4.2 Diseño de la Investigación

“El diseño experimental administra estímulos, tratamiento y/o intervenciones, manipulación de variables independientes, medición de variables dependientes, control y validez y compara de dos grupos a más”. (Hernández et al., 2014, p. 128).

La presente investigación es diseño experimental porque diseñaremos un muro portante con ladrillos prefabricados con RCD y observaremos los efectos y resultados que conlleva realizar este muro portante con dichos materiales.

4.3 Población y Muestra

4.3.1 Población

La población de esta tesis está formada por todos los elementos (individuos, objetos, organismos, registros) relacionados con el fenómeno definido y delimitado en el análisis de la pregunta de investigación. Además, es investigable, mensurable y cuantificable. (Díaz, 2019)

Por otro lado, Camacho (2003) indica que “La población corresponde a todos los sujetos u objetos que pueden intervenir en el experimento, es decir, todas las unidades (personas, animales, objetos, sucesos etc.) que forman parte de un grupo” (p. 121).

Para el presente proyecto la población está compuesta por 86 ladrillos tipo Lego prefabricados con RCD de igual dimensión y forma, elaborados por nosotros en la planta de EcoKallpa SAC en el distrito de Ancón.

4.3.2 Muestra

Hernández et al. (2014) nos dice que la muestra es “Un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población” (Pág. 174).

La muestra para esta investigación es un muro portante que será ensayado y estudiado para esta investigación.

4.4 Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos

Las técnicas para la recopilación de datos son los medios para obtener información y las herramientas de recolección son los medios materiales para obtener la información requerida para la investigación, y como dependen del tipo de investigación, se identifican como instrumentos.

4.5 Técnicas para el Procesamiento y Análisis de la Información.

Se emplearon tablas, gráficos y cuadros elaborados como resultado del proyecto para su mejor entendimiento.

CAPÍTULO V: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Diagnóstico y situación actual

5.1.1 Localización del proyecto

El terreno donde vamos a diseñar el muro portante está ubicado entre la Av. Moyobamba y Av. Los Olivos, distrito de Ancón, provincia de Lima y departamento de Lima.

Las principales características del distrito de Ancón son las siguientes:

- Temperatura: desde los 16 C° a 21 C°.
- Superficie
- Coordenadas:
- Latitud: 11°44'06.59'' Sur
- Longitud: 77°09'02.37'' Oeste
- 265643.33m E
- 8701838.43m S
- Zona: 18L
- Elevación: 123 msnm

Los límites geográficos del distrito son:

- Por el Norte: Distrito de Aucallama (Huaral).
- Por el Sur: Distrito de Puente Piedra y distrito de Ventanilla.
- Por el Este: Distrito de Carabayllo.
- Por el Oeste: Océano Pacífico

Clima:

- La temperatura está en un rango entre los 17° C. a 19° C.

Figura 15

Ubicación del terreno en el distrito de Ancón



Nota. Tomado de Google Earth

a) Accesibilidad del proyecto

Se llega al Distrito de Ancón, Provincia de Lima, Departamento de Lima. Las vías de acceso a esta son como sigue:

Tabla 5

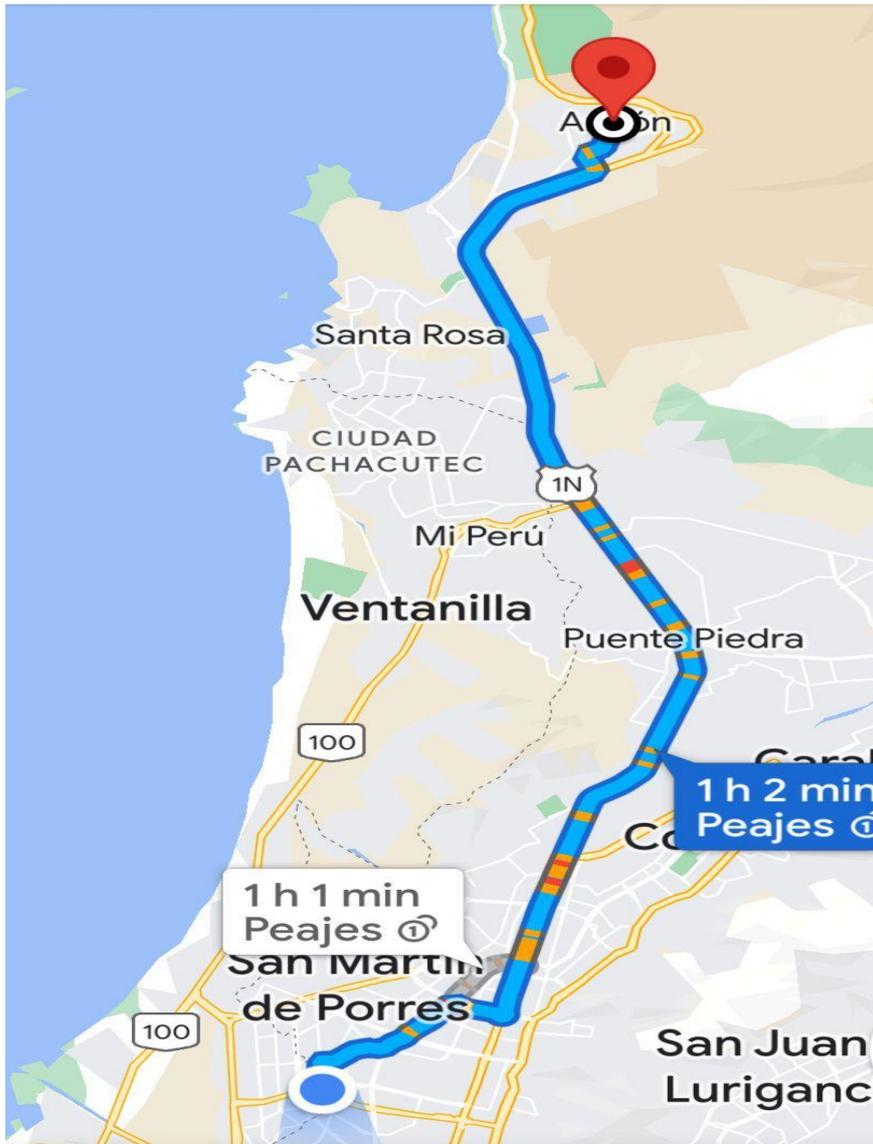
Accesibilidad del proyecto

de	Tramo a	Distancia (km)	Tipo de vía	Duración	Tipo de vehículo
Callao	Pan. Norte	5.3km	Asfaltado	20 min	Combis – Cúster
Pan. Norte	Ancón	32.7km	Asfaltado	42 min	Combis - Cúster

Nota. Elaboración propia.

Figura 16

Accesibilidad del proyecto



Nota. Tomado de Google Maps

5.1.2 Estudios preliminares

El trabajo preparatorio se moviliza los materiales y herramientas necesarios antes del inicio y el final del proyecto. Luego pasamos a la limpieza del terreno, trabajando para eliminar obstáculos que puedan afectar el diseño.

Una vez obtenidas las conformidades y licencias, se realizó todos los estudios de viabilidad para diseñar y construir muros de carga de ladrillo prefabricado con RCD.

Considerando que todo proyecto de construcción debe estar adecuadamente preparado para dichos estudios, es necesario realizar un plan para este proyecto y elegir para su preparación y realización final (Quintana Bautista, 2018).

Se aplican las disposiciones aplicables del RNE, códigos y normas internacionales para estructuras; además, se requiere una investigación previa para sustentar el diseño de los muros tales como:

- Memoria de Cálculo
- Cronograma de Ejecución de Obra
- Presupuesto del proyecto

Finalmente se realiza el trazado y replanteo indicados en la tesis; ya teniendo a disposición los ladrillos prefabricados con RCD, que serán utilizados posteriormente para el diseño del muro portante.

5.2 Diseño del muro portante

5.2.1 *Elaboración de los ladrillos tipo Lego*

En este caso, pondremos en marcha un plan para poder fabricar los ladrillos en base a material sostenible como lo son los RCD's para la construcción cumpliendo con los estándares normativos.

Según CICLO (2019) la conversión de RCD en un mineral reciclado es indispensable para su uso como materia prima para la producción de componentes sustentables que se puedan utilizar en procedimientos constructivos, esto se puede conocer como un concepto de economía circular. En la figura 17 y la figura 18 se pueden apreciar los RCD's.

Figura 17

RCD's



Nota. Elaboración propia

Figura 18

Los RCD's puestos en baldes



Nota. Elaboración propia

También utilizaremos arena gruesa, cemento y arcilla. Como se puede observar en las siguientes figuras.

Figura 19

Cemento APU



Nota. Elaboración propia

Figura 20

Arena gruesa



Nota. Elaboración propia

Luego, pasaremos todos los materiales a la Máquina Homogeneizadora, ya que esta permite refinar u homogenizar la mezcla de los materiales para garantizar un alto estándar de producto final de bloques de ladrillos. Como se observa en las siguientes figuras 21 y figura 22

Figura 21

Máquina Homogeneizadora



Nota. Elaboración propia

Figura 22

Materiales mezclados



Nota. Elaboración propia

Por último, procedemos a elaborar los ladrillos en la planta EcoKallpa M&C SAC (ver anexo 5) con la máquina manual modelo HM1. Como podemos apreciar en la figura 23 usaremos el molde para ladrillo tipo Lego.

Figura 23

Molde del Ladrillo



Nota: Elaboración propia.

Para la elaboración de los ladrillos tipo Lego usaremos la siguiente dosificación:

- 45% de arena gruesa
- 25% de cemento
- 10 % de arcilla
- 20% de RCD

Figura 24

Fabricación del ladrillo ecológico



Nota: Elaboración propia

También usaremos 18 litros de agua en total para poder mezclar todos los materiales que vamos a utilizar para poder elaborar los ladrillos. Finalmente nos da como resultado un ladrillo tipo Lego ecológico para el medio ambiente ya que fue elaborado con RCD, como se puede apreciar en la figura 25.

Figura 25

Ladrillo ecológico



Nota. Ladrillo tipo Lego a partir del reciclaje de las RCD. Elaboración propia

5.2.2 *Ensayos de laboratorio*

5.2.2.1 **Variación dimensional de los ladrillos**

Según Valdivia (2019), para esta prueba se debe calcular cada longitud del ladrillo (largo, ancho y alto) utilizando el vernier digital.

Figura 26

Ensayo de variación dimensional



Nota: Elaboración propia

Tabla 6

Ensayo variación dimensional

N° de muestra	Medidas		
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
1	243.50	123.00	69.50
2	244.50	122.50	68.00
3	243.50	123.00	68.00
4	243.00	121.50	68.50
5	244.00	123.00	69.50
6	243.00	122.50	68.00
7	242.50	123.00	67.50
8	244.50	121.50	68.50
9	244.00	122.50	69.00
10	2432.00	123.50	68.00

Nota: Elaboración propia

Para los efectos de la variación dimensional de los ladrillos tipo Lego prefabricados con RCD se usó la siguiente fórmula.

$$\text{Variación Dimensional (\%)} = \frac{(\text{Dimensión de fabri.} - \text{Dimensión Real})}{\text{Dimensión Real}} \times 100\%$$

Donde:

- Dimensión de Fabri: Dimensión de fabricación del ladrillo tipo Lego
- Dimensión Real: Dimensión real de ladrillo

Tabla 7

Resultados del ensayo variación dimensional para largo

N° de muestra	Largo (mm)			% de variación	Desviación Estándar
	Fabricación	Real	Variación		
1	250	246.00	4.00	1.60%	0.71
2	250	247.50	2.50	1.00%	
3	250	247.00	3.00	1.20%	
4	250	247.00	3.00	1.20%	
5	250	246.50	3.50	1.40%	
6	250	247.00	3.00	1.20%	
7	250	248.00	2.00	0.80%	
8	250	248.50	1.50	0.60%	
9	250	247.50	2.50	1.00%	
10	250	247.00	3.00	1.20%	
Promedio		247.20	2.80	1.12%	

Nota. Elaboración propia**Tabla 8**

Resultados del ensayo variación dimensional para ancho

N° de muestra	Ancho (mm)			% de variación	Desviación Estándar
	Fabricación	Real	Variación		
1	125	123.00	2.00	1.60%	0.66
2	125	122.50	2.50	2.00%	
3	125	123.00	2.00	1.60%	
4	125	121.50	3.50	2.80%	
5	125	123.00	2.00	1.60%	
6	125	122.50	2.50	2.00%	
7	125	123.00	2.00	1.60%	
8	125	121.50	3.50	2.80%	
9	125	122.50	2.50	2.00%	
10	125	123.50	1.50	1.20%	
Promedio		122.60	2.40	1.92%	

Nota. Elaboración propia

Tabla 9

Resultados del ensayo variación dimensional para alto

N° de muestra	Alto (mm)			% de variación	Desviación Estándar
	Fabricación	Real	Variación		
1	70	69.50	0.50	0.71%	0.69
2	70	68.00	2.00	2.86%	
3	70	68.00	2.00	2.86%	
4	70	68.50	1.50	2.14%	
5	70	69.50	0.50	0.71%	
6	70	68.00	2.00	2.86%	
7	70	67.50	2.50	3.57%	
8	70	68.50	1.50	2.14%	
9	70	69.00	1.00	1.43%	
10	70	68.00	2.00	2.86%	
Promedio		68.45	1.55	2.21%	

Nota. Elaboración propia

Luego de analizar los resultados conseguidos lo procederemos a llenar en cuadro y se comenzará a tomar todos los datos promedios y juntarlos en una tabla.

Tabla 10

Variación dimensional promedio en milímetros

Variación dimensional promedio (mm)		
Largo	Ancho	Altura
2.8	2.40	1.55

Nota: Elaboración propia**Tabla 11**

Variación dimensional promedio porcentual

Variación dimensional promedio (%)		
Largo	Ancho	Altura
1.12	1.92	2.21

Nota. Elaboración propia

Según estas tablas se puede concluir que satisface con la máx. diferencia en % según la NTP E.070 cumplen con la diferencia de largo (± 2), ancho (± 4) y de alto (± 3).

5.2.2.2 Ensayo de alabeo

Si el ladrillo tiene una superficie cóncava, según Valdivia (2019), se debe colocar una regla metálica en la diagonal en los vértices opuestos del ladrillo y luego se debe insertar una cuña de torsión en el punto correspondiente a la deflexión máxima para calcular el cambio de deformación. Si el ladrillo sobresale, colocando una regla de metal en el borde diagonal de la base del ladrillo e insertando dos cuñas inclinadas en el extremo del borde opuesto. diagonalmente para lograr el mismo objetivo en ambas cuñas.

Figura 27

Ensayo de alabeo



Nota. Elaboración propia

Tabla 12

Ensayo de alabeo

N° de muestra	Cara Superior			Cara inferior		
	Diagonal 1 (mm)	Diagonal 2 (mm)	Concavidad/Convexidad	Diagonal 1 (mm)	Diagonal 2 (mm)	Concavidad/Convexidad
1	2.5	2	Cóncavo	1	1.5	Convexo
2	2	2	Cóncavo	1.5	2	Convexo
3	2	2.5	Cóncavo	2	1.5	Convexo
4	2.5	2	Cóncavo	2	2	Convexo
5	2	3	Cóncavo	1	1	Convexo
6	2	2.5	Cóncavo	1.5	1	Convexo
7	2	2	Cóncavo	2	1.5	Convexo
8	2	2.5	Cóncavo	1	2	Convexo
9	2.5	1.5	Cóncavo	2	1	Convexo
10	2	2.5	Cóncavo	1	1	Convexo

Nota. Elaboración propia

Para conseguir los datos de alabeo de los ladrillos se utilizó la siguiente fórmula.

$$Alabeo (mm) = Promedio \left[\sum \left(\frac{Dia1r + Dia2r}{2} \right) + \sum \left(\frac{Dia1t + Dia2t}{2} \right) \right]$$

Donde:

- Dia. 1r de la cara sup. del ladrillo
- Dia. 2r de la cara sup. del ladrillo
- Dia. 1t de la cara inf. del ladrillo
- Dia. 2t de la cara inf. del ladrillo

Tabla 13

Resultado del ensayo de alabeo

N° de muestra	Cara Superior		Cara inferior		Promedio (mm)	Desviación Estándar
	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)		
1	2.25	0.00	0.00	1.25	1.75	0.12
2	2.00	0.00	0.00	1.75	1.88	
3	2.25	0.00	0.00	1.75	2.00	
4	2.25	0.00	0.00	2.00	2.13	
5	2.50	0.00	0.00	1.00	1.75	
6	2.25	0.00	0.00	1.25	1.75	
7	2.00	0.00	0.00	1.75	1.88	
8	2.25	0.00	0.00	1.50	1.88	
9	2.00	0.00	0.00	1.50	1.75	
10	2.75	0.00	0.00	1.00	1.88	
Promedio:					1.86	

Nota. Elaboración propia

Según la Tabla N.º 14 se puede inferir que se consiguió un alabeo aceptable y confiable que cumple con la NTP E.070 para un ladrillo IV no mayor a 4mm.

5.2.2.3 Ensayo de adsorción

Según Valdivia (2019) sobre la prueba de absorción, considerando que una de las materias primas de los ladrillos es el RCD, por lo que primero se pesan los ladrillos secos; luego se sumerge en un pozo de agua con una temperatura de 15,6 °C a 26,7 °C y déjelos en remojo durante 24 horas. Finalmente, se sacan del foso los ladrillos que han absorbido humedad durante 24 horas, se limpian por todos lados con un paño húmedo y se pesan.

Figura 28

Ensayo de absorción



Nota. Elaboración propia

Figura 29

Ladrillo saturado



Nota. Elaboración propia

Figura 30

Medición de peso



Nota. Elaboración propia

Tabla 14

Ensayo de absorción

N° de muestra	Peso Saturado (g)	Peso Seco (g)
1	3872.76	3820.80
2	3664.71	3634.90
3	3698.82	3662.20
4	3807.04	3764.50
5	3793.44	3745.50
6	3707.83	3679.50
7	3795.59	3745.40
8	3736.02	3698.30
9	3818.16	3785.60
10	3800.30	3759.70

Nota: Elaboración propia

Para conseguir los datos de la absorción de los ladrillos tipo Lego se utilizó la siguiente fórmula, con los datos obtenidos en la toma de datos:

$$\text{Absorción}(\%) = \frac{\text{Peso Saturado} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} \times 100$$

- Peso saturado: peso sumergido por 24 horas.
- Peso Seco: Peso recién sacado del Horno.

Table 15

Resultado del ensayo de absorción

Nº de muestra	Peso Saturado (g)	Peso Seco (g)	Absorción (%)	Desviación Estándar
1	3872.76	3820.80	1.36	0.20
2	3664.71	3634.90	0.82	
3	3698.82	3662.20	1.00	
4	3807.04	3764.50	1.13	
5	3793.44	3745.50	1.28	
6	3707.83	3679.50	0.77	
7	3795.59	3745.40	1.34	
8	3736.02	3698.30	1.02	
9	3818.16	3785.60	0.86	
10	3800.30	3759.70	1.08	
Promedio			1.07	

Nota. Elaboración propia

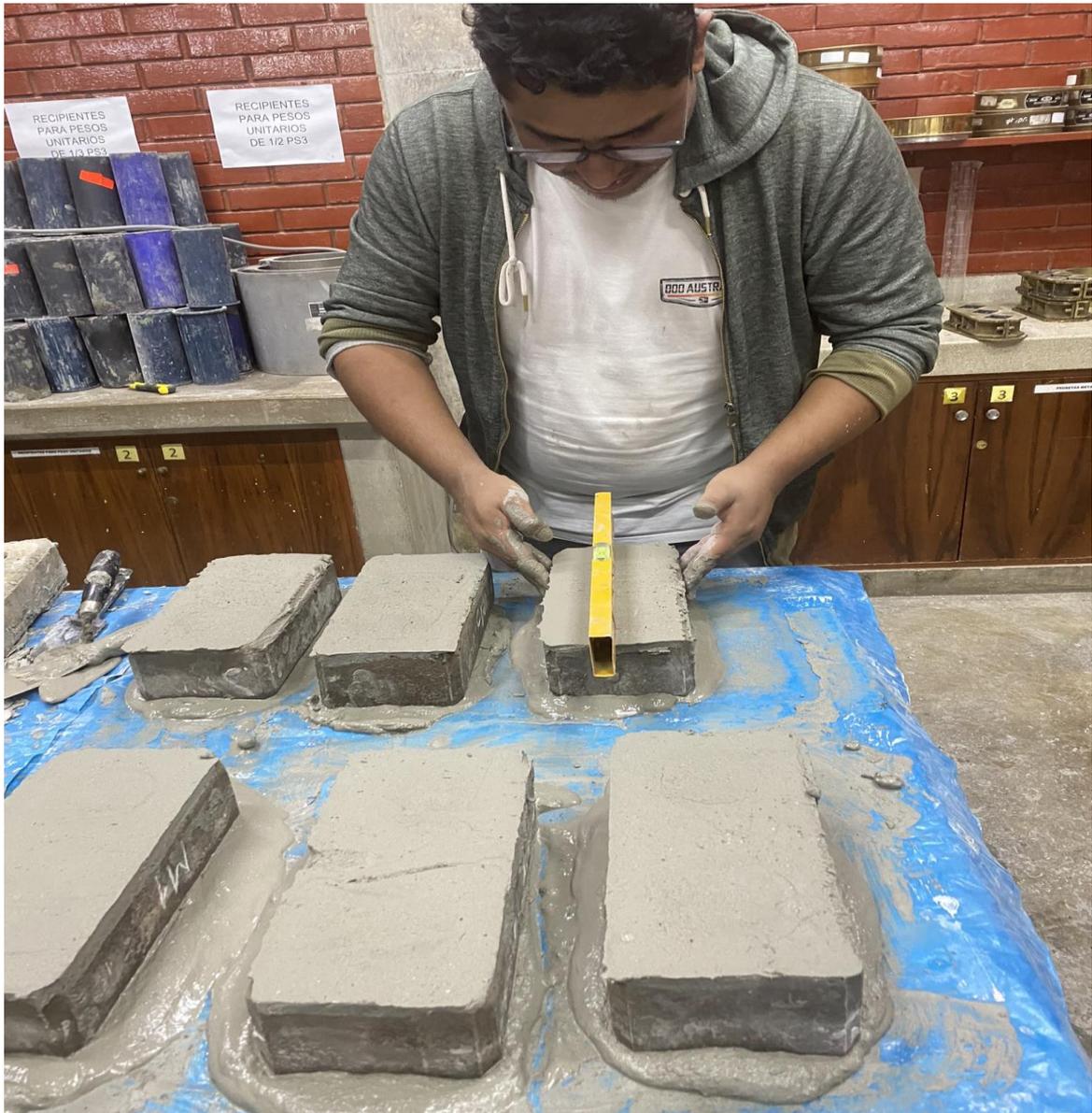
Según la tabla N.º 15 se deduce que la absorción en los ladrillos prefabricados con RCD es mínima, pero es razonable por la NTP E.070, que especifica que para ladrillos de arcilla o sílice se es aceptable una absorción inferior a 22% y para bloques de concreto entre 12% -15%.

5.2.2.4 Ensayo de resistencia a la compresión

Según Valdivia (2019), para la siguiente prueba pondremos la parte de mayor longitud del ladrillo sobre la máquina. Primero haremos una mezcla de cemento y yeso simple que cubra toda la parte superficial del ladrillo (ver figura 31) para que una placa pueda distribuir la carga de forma homogénea y uniforme. Después se hará la compresión.

Figura 31

Lámina de mortero simple sobre el ladrillo



Nota. Elaboración propia

Figura 32

Ensayo de resistencia a compresión



Nota. Elaboración propia

Tabla 16

Ensayo de Compresión

N° de muestra	Medidas			Carga kg-f)
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	
1	24.60	12.30	6.95	38210.00
2	24.75	12.25	6.80	36840.00
3	24.70	12.30	6.80	39670.00
4	24.70	12.15	6.85	34740.00
5	24.65	12.30	6.95	35980.00
6	24.70	12.25	6.80	38670.00
7	24.80	12.30	6.75	37780.00
8	24.85	12.15	6.85	38670.00
9	24.75	12.25	6.90	33670.00
10	24.70	12.35	6.80	39640.00

Nota. Elaboración Propia

Para conseguir los datos de la resistencia a la compresión:

$$\text{Resistencia a la Compresión} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{\text{Carga (kg)}}{L \times A \text{ (cm}^2\text{)}}$$

Donde:

- L: Largo de ladrillos (cm)
- A: Ancho de ladrillos (cm)

Tabla 17

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión

N° de muestra	Carga (kg-f)	Área (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)
1	38210.00	302.58	126.28
2	36840.00	303.19	121.51
3	39670.00	303.81	130.58
4	34740.00	300.11	115.76
5	35980.00	303.20	118.67
6	38670.00	302.58	127.80
7	37780.00	305.04	123.85
8	38670.00	301.93	128.08
9	33670.00	303.19	111.05
10	39640.00	305.05	129.95
		Promedio	123.35

Nota. Elaboración propia

Según la tabla N.º 17 se puede corroborar que la resistencia a la compresión promedio en los ladrillos prefabricados con RCD es de 123.35 kg/cm² y según la NTP E.070 estas califican como un ladrillo tipo III.

5.2.3 Aplicación de los ladrillos tipo Lego prefabricados con RCD

Cálculo de la cantidad de ladrillos a utilizar

Capeco (2003) nos dice que para el cálculo de la cantidad de ladrillos se aplica la siguiente formula:

$$Ct = \frac{1}{(L + Jv)(H + Jh)}$$

Donde:

Ct= Cant. de ladrillos tipo Lego (unid. /m²)

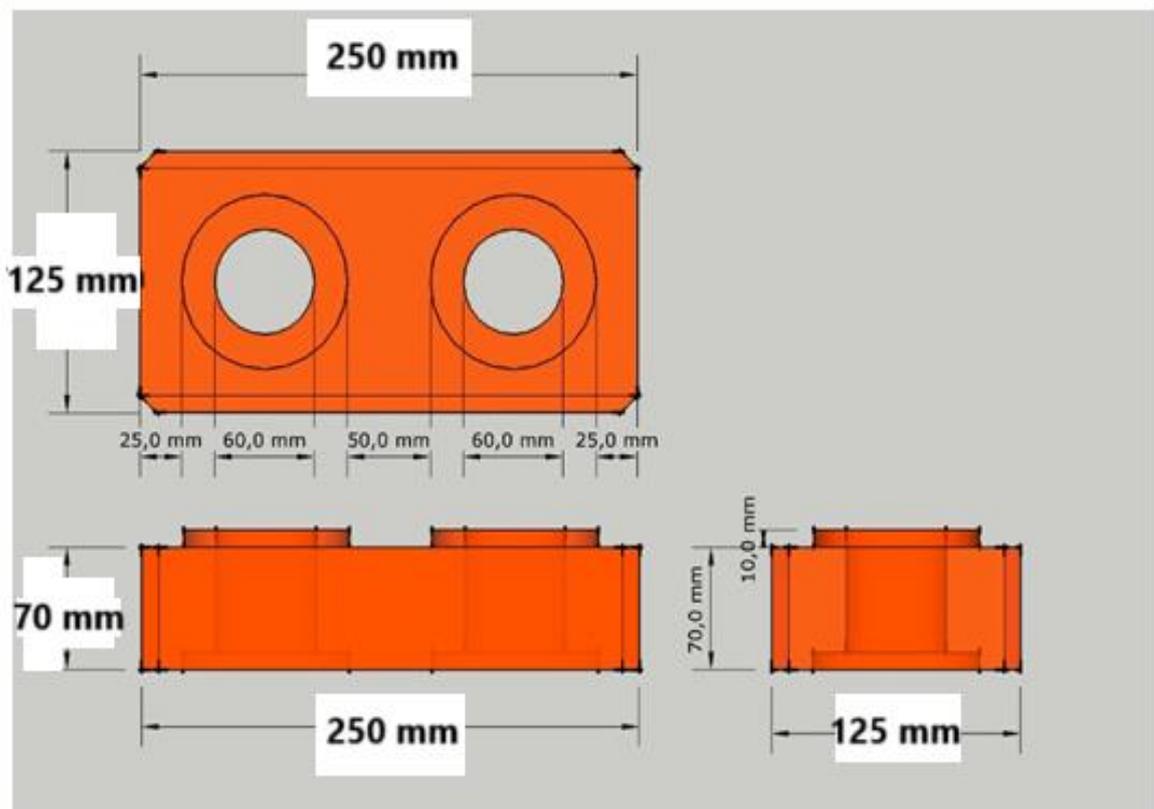
L= Long. del ladrillo tipo Lego (m)

H= Alt. del ladrillo tipo Lego (m)

J= Junta (m)

Figura 33

Ladrillo Ecológico tipo Lego



Nota. Elaboración propia

Vamos a calcular la cantidad de ladrillos que utilizaremos para el diseño del muro.

Tabla 18

Cuadro de valores de cantidad de ladrillo por m²

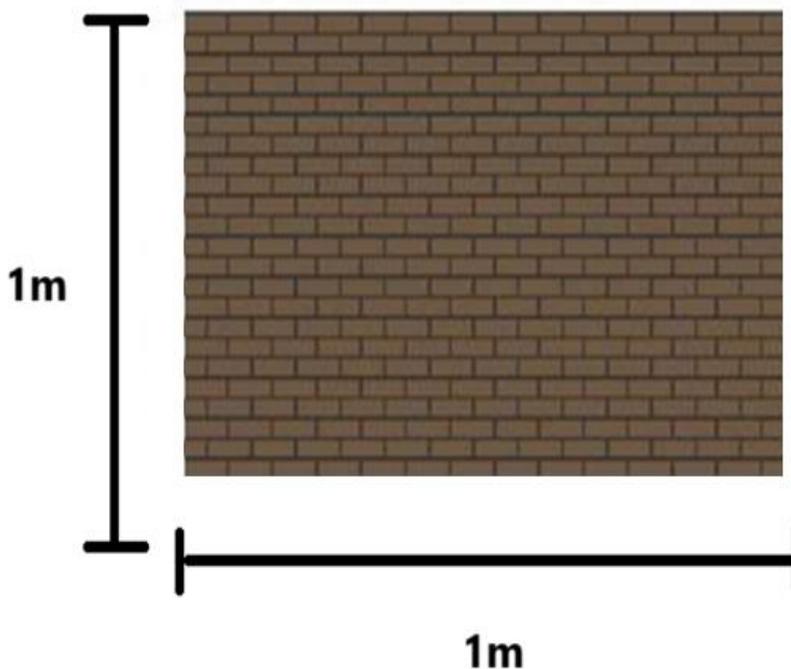
Tipo de asentado	Junta de separación	LADRILLO
		Tipo Lego
	L	0.25 m
	H	0.09 m
Asentado en sogá	J=1cm	52 und/m ²
	J=1.5cm	48 und/m ²

Nota. Elaboración propia

De acuerdo con los resultados de la tabla N°18; se observó que el muro portante asentado en sogá con el ladrillo tipo Lego prefabricado con una junta de 1cm tiene un rendimiento de 52 und/m²

Figura 34

Muro portante con asentado de sogá



Nota. Muro portante de 1x1m de asentado en sogá. Elaboración Propia

Figura 35

Asentado de murete



Nota. Elaboración propia

Figura 36

Asentado en pila



Nota. Elaboración propia

Figura 37

Diseño del muro portante en el laboratorio de EcoKallpa



Nota. Elaboración propia

De acuerdo a la figura N°37; se puede observar que el muro tiene 1m de largo y 1m de alto, con un área de 1 m². Con estos datos, podemos calcular que el N° de ladrillos a utilizar es de 52 unidades contando el desperdicio.

Para poder hallar el cálculo del mortero necesario para diseñar el muro de albañilería es necesario que nos ayudemos de las siguientes tablas:

Tabla 19

Proporciones volumétricas

TABLA 4 TIPOS DE MORTERO				
COMPONENTES				USOS
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Nota. RNE E.070 (2019)**Tabla 20**

Cantidad de materiales por metro cúbico de mortero

Proporción	Relación a/c	Cantidad de materiales por m3 de mortero*		
		Cemento (bolsa)	Arena (m3)	Agua (litros)
1:1	0.29	23.2	0.66	286
1:2	0.43	15.2	0.86	277
1:3	0.57	11.2	0.96	272
1:4	0.72	8.9	1.00	272
1:5	0.85	7.4	1.05	268
1:6	1.00	6.3	1.07	269
1:7	1.14	5.5	1.10	267
1:8	1.29	4.9	1.11	268

Nota. CAPECO (2003)

Tabla 21

Usos de los morteros de cemento

MORTERO	USOS
1:1	Mortero muy rico para impermeabilizaciones. Rellenos
1:2	Para impermeabilizaciones y pañetes de tanques subterráneos.
1:3	Impermeabilizaciones menores. Pisos
1:4	Pega para ladrillos en muros y baldosines. Pañetes finos
1:5	Pañetes exteriores. Pega para ladrillos y baldosines, pañetes y mampostería en general. Pañetes no muy finos.
1:6 y 1:7	Pañetes interiores: pega para ladrillos y baldosines, pañetes y mampostería en general. Pañetes no muy finos
1:8 y 1:9	Pegas para construcciones que se van a demoler pronto. Estabilización de taludes en cimentaciones

Nota. Tomado de CAPECO (2003)

CAPECO (2003) nos dice que la relación de la mezcla necesaria para realizar el muro es de 1:5 y, además para poder hallar la cantidad del material por m³ de mortero es la siguiente:

Dimensiones del ladrillo: 25 x 12.5 x 7 cm

Dosificación: cemento, arena y agua (1:5)

Volumen del mortero: 0.1016 m³

- Cemento= 38.40 kg /42.5kg = 0.9 bolsas (1 bolsa)
- Arena =192 kg/40 kg = 4.8 bolsas (5 bolsas)
- Agua = 28.5 L

El resumen de la dosificación que debemos utilizar para el diseño del muro portante como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 22

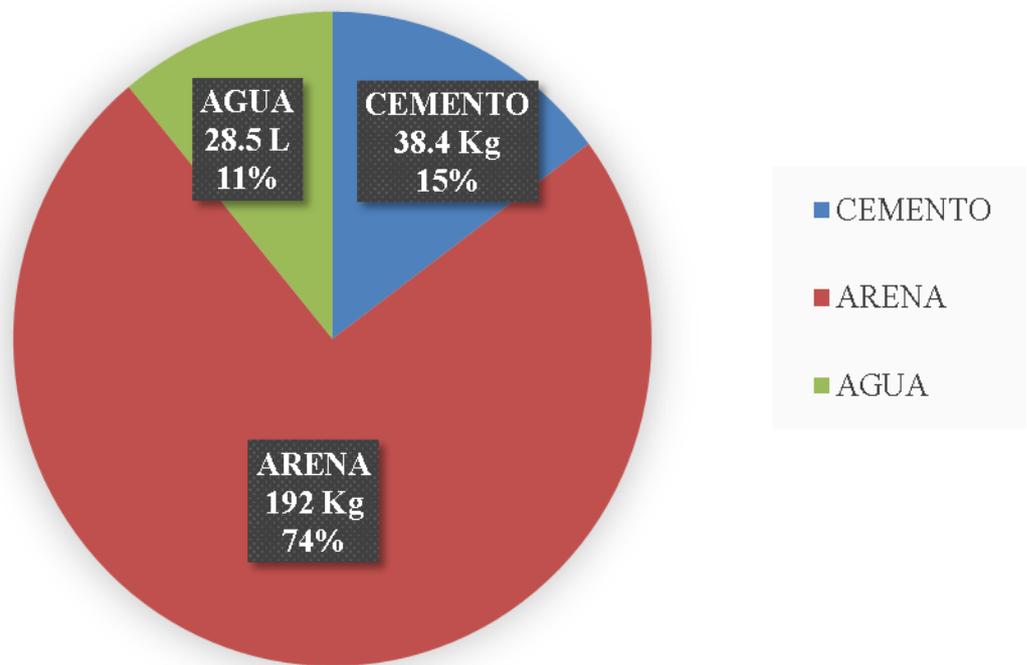
Usos de los morteros de cemento

Material	Cantidad	V. Tot Mort	Total	Unidad
Cemento	7.4	0.1016	0.90	bls
Arena	1.05	0.1016	0.12	m3
Agua	268	0.1016	28.5	L
Ladrillo	-	-	163	und

Nota. Elaboración Propia

Figura 38

Cantidades necesarias para el mortero



Nota. Dosificación de los materiales para hacer el mortero. Elaboración Propia

5.3 Sostenibilidad ambiental

González R. (2011) Se tiene en cuenta que la sustentabilidad tiene una dimensión ambiental ya que relaciona a la tierra y las actividades sociales que suministran los

recursos. Dicho de otro modo, están social y económicamente relacionados porque involucra la satisfacción de necesidades.

Es importante mencionar que la unión de los sistemas repercute a que la comodidad adquiera la reproducción del funcionamiento de la naturaleza.

Según, Zarta, P. (2017), La protección del medio ambiente debe alcanzarse gestionando con exactitud el uso de los recursos naturales y el impacto en los ecosistemas hasta cierto punto de la vegetación y la regeneración natural.

En cuanto a los RCD, el MMA y MVCS (2016) han analizado su almacenamiento en contenedores producidos con materiales resistentes a la corrosión y de fácil procesamiento para separar los residuos riesgosos de los reciclables. Se están considerando trabajos más pequeños. Por lo tanto, se debe implementar un sistema de recolección de los materiales generados por estas obras donde se cuente con equipos.

Figura 39

RCD's para su reutilización



Nota. Certificados energéticos, 2018, tomado de:

<https://www.certificadosenergeticos.com/residuos-de-construccion-y-demolicion-reciclados-reutilizacion>

La eficiencia energética en la fabricación del ladrillo se obtiene de minimizar el consumo de energía y para lograr el mismo producto con el menor consumo de energía posible, lograr los máximos beneficios en el uso final, asegurar el suministro y promover un comportamiento sostenible con un menor impacto en el medio ambiente.

Las fábricas de ladrillos artesanales tienen importantes retrasos en las entregas de estándares energéticos, por lo que es necesario promover estrategias de consumo de energía que puedan ayudar a la sostenibilidad del consumo de energía.

El procedimiento de cocción del ladrillo depende principalmente de las características del horno y su funcionamiento, así como de las propiedades del combustible.

Actualmente los hornos para el quemado del ladrillo consumen altas cantidades de energía es por ello que en este trabajo de investigación optamos por diseñar los ladrillos para que llegaran a su resistencia óptima a temperatura ambiente y con ello ir de la mano con la sostenibilidad ambiental.

Según Vaca, J. (2021) los contaminantes atmosféricos y la eficiencia energética se encuentran constituido sobre todo por el proceso de cocción del ladrillo, tal y como se muestra en la Tabla 23, teniendo un consumo de energía de 3.79 [MJ/kg ladrillo] y emisiones de CO₂ de 0.43 [kg CO₂eq/kg ladrillo].

Tabla 23

Energía consumida por el ladrillo

Combustible	Energía Térmica del Proceso (MJ)			
	<i>Dosificación</i>	<i>Extrusión</i>	<i>Quema</i>	<i>Total</i>
Gasolina	0,010	0	0	0,010
Diesel	0	0,020	0,002	0,022
Leña	0	0	3,764	3,764
Total	0,010	0,020	3,766	3,796

Nota. Vaca (2021)

Según Álvarez, C. (2010) afirma que para fabricar un kilo de ladrillos en España se necesita emplear 3.56 [MJ/kg ladrillo] equivalentes de energía, gastar 1.89 litros de agua y expulsa a la atmósfera 0.27 [kg CO₂eq/kg ladrillo].

Por el contrario, en este trabajo de investigación para elaborar ladrillos prefabricado con RCD en el proceso de quemado ya no se utilizan hornos artesanales que emiten al aire gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono; además, el reciclado de RCD

indica un menor consumo de energía en comparación con los procedimientos tradicionales de fabricación de ladrillos.

Por el lado positivo de este tipo de ladrillos a base de RCD, es la gestión de residuos sólidos, la calidad de vida y la oportunidad de empleo en la población. Sin embargo, notamos que con respecto al costo del ladrillo común y el ladrillo a base de RCD, es innegable que el ladrillo común es el menos costoso teniendo como precio de mercado a S/ 0.80 y el ladrillo a base de RCD con un costo aproximado de S/3.10

5.3.1 Reducción del consumo de materias primas

Los beneficios ambientales que tendríamos por la inclusión de ladrillos prefabricados con RCD ayudan a no aprovechar masivamente los recursos naturales y por consecuencia un impacto positivo. Según CONAMA (2018) se menciona que la ventaja de utilizar RCD para producir materiales de construcción, comúnmente conocidos como materiales reciclados, ayudará a reducir el volumen de residuos, así como reducir la utilización de materias primas.

Para Acosta, D. (2009), Una estrategia de construcción sostenible debe abordar las repercusiones ambientales de la construcción para restaurar el medio ambiente en una variedad de formas sociales, económicas y ecológicas.

La reutilización de RCD se realiza para disminuir la cantidad de RCD disponible para su colocación final. De manera similar, la investigación de Pacheco, Fuente, Sánchez y Rondón (2017) muestra que para limitar la sobreexplotación de los recursos naturales se necesita un modelo de gestión que consienta el uso de RCD para producir materiales de construcción.

5.3.2 Reducción del impacto ambiental

Es posible aminorar la contaminación en el medio ambiente, pues desde el comienzo del proyecto se debe apreciar la cantidad de residuos contaminantes generados durante el diseño del muro, para ello se debe cuantificar la cantidad de emisiones y derivados para la posterior evaluación de cada impacto ambiental. A través de este procedimiento se pueden ocupar decisiones y desarrollar medidas para los impactos de fase de vida de los materiales.

Muñoz (2018) mencionó que la reducción de materiales utilizados en cada proyecto parte desde el diseño constructivo del edificio, los materiales más idóneos para el medio ambiente, materiales provenientes del reciclaje y tendencias verdes, actividades como la

construcción y uso de eco ladrillos son procesos en los que se consume menos material. Está desperdiciado.

Según Céspedes, A. (2003) demostró que el uso de bloques prefabricados con RCD para mampostería estructural lograría una resistencia de 184 kg/cm^2 a los 6 días de edad, en comparación con las muestras de concreto convencionales que lograban una resistencia de 193 kg/cm^2 . Compare estos resultados con la NTC 4026, que describe una resistencia de 200 kg/cm^2 a los 28 días de edad para el concreto. Por lo tanto, se enfatiza que los residuos de RCD se pueden reutilizar para producir bloques para su uso en el rubro de la construcción. A partir de los resultados de diversas pruebas de laboratorio, tanto en las fases iniciales de reciclaje de agregados, como en las finales de obtención de bloques de hormigón producidos con RCD, podemos afirmar que el aprovechamiento de este residuo es una solución alternativa. Duradero, respetuoso con el medio ambiente, y también una forma inteligente de reintegrar estos materiales al ciclo de producción.

Se busca mostrar una alternativa que sea capaz de utilizar los ladrillos prefabricados con RCD en las regiones rurales del Perú. Dado que la cantidad de materiales de construcción utilizados han ido creciendo sin ningún control ambiental, por lo tanto, en estos últimos años se debe de tener mayor conciencia ambiental incluyendo y tomando en cuenta la introducción de materiales eco amigables que innoven y lideren el cambio en la construcción tradicional.

Además, dado que ya no se utilizan hornos artesanales, que emiten al aire gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono, el reciclado de RCD indica un menor consumo de energía en comparación con los procedimientos tradicionales de fabricación de ladrillos.

Los resultados obtenidos de los RCD muestran la posibilidad de utilizar residuos como materia prima para la producción de bloques, aptos para la producción de viviendas como lo describieron los autores al desarrollar este material.

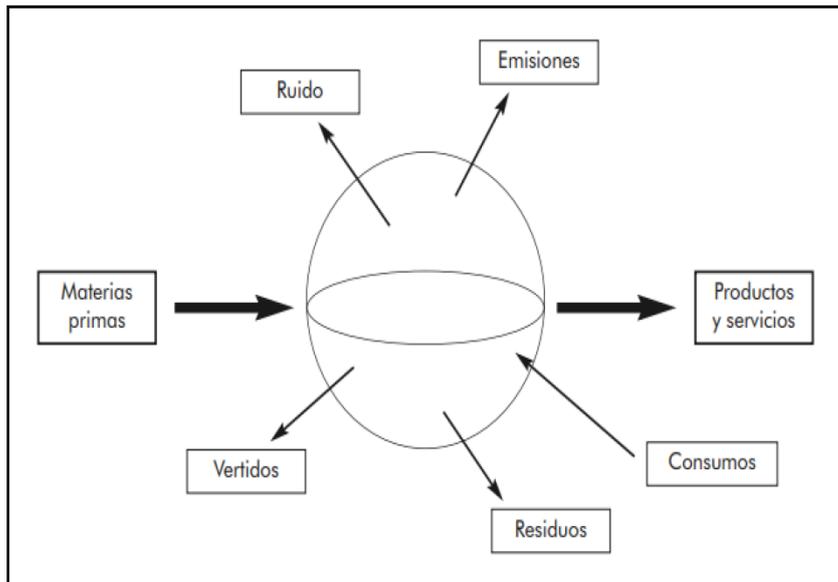
Según Carretero, A. (2016), los aspectos ambientales son formatos creados por una organización relacionados con el medio ambiente, que se refiere al entorno en el que dicha organización interactúa. Puede ilustrarse por el espacio en el que se desarrollan las actividades que afectan al medio ambiente; es decir, causas ambientales.

Los resultados obtenidos de los RCD muestran la posibilidad de utilizar residuos como materia prima para la producción de bloques, aptos para la producción de viviendas como lo describieron los autores al desarrollar este material. Según Carretero, A. (2016), los aspectos ambientales son formatos creados por una organización relacionados con el

medio ambiente, que se refiere al entorno en el que dicha organización interactúa. Puede ilustrarse por el espacio en el que se desarrollan las actividades que afectan al medio ambiente; es decir, causas ambientales.

Figura 40

Flujo de aspectos ambientales



Nota. Aspectos ambientales. Identificación y evaluación (p. 14), por A. Carretero, 2016, AENOR Ediciones.

CAPÍTULO VI: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

6.1 Resultados de la investigación

- a) El diseño del muro portante, así como la elaboración de los ladrillos, han referido a los aspectos anteriores del proceso constructivo como la zona en que se elaboró el proyecto, estudios preliminares, con las memorias de cálculo, cronogramas y presupuestos; además se trabajó en base a la norma E.070 (ver Tablas 16, 17 y 18)
- b) Se establecieron parámetros en los procesos constructivos, de manera secuencial y para cada etapa en el diseño del muro portante; tomándose en cuenta el uso de ladrillo tipo Lego prefabricado con RCD, de tal forma que cumpla con los reglamentos
- c) Una estrategia sistemática para la construcción de muros de carga utilizando ladrillos prefabricados con RCD para relacionar el uso de recursos naturales a través del análisis del ciclo de vida con los posibles impactos contaminantes del proyecto. Para desarrollar tales estrategias, se están desarrollando indicadores de sostenibilidad que toman en cuenta los sistemas naturales y sociales.

6.2 Análisis e Interpretación

- a) A diferencia de los ladrillos comunes esta tecnología se puede utilizar en comunidades altoandinas en nuestro país que no cuentan con materiales de fácil transporte y/o fabricación ya que las unidades estructurales son térmicas y mejora la calidad de vida de las poblaciones vulnerables.
- b) Las unidades de ladrillos tipo Lego son 20% más baratas que las que existen en el mercado y no contaminan el medio ambiente ya que el secado es al frío, además en el proceso de producción no necesita hornos ni elementos nocivos al medio ambiente.
- c) Este ladrillo prefabricado con RCD viene cumpliendo exitosamente las pruebas que le realizamos en laboratorio, podemos inferir que no solo es un producto de calidad sino también ecológico y sostenible para la sociedad.

6.3 Contrastación de hipótesis

Hipótesis General

Al realizar el diseño del muro portante con ladrillos prefabricados con RCD, la hipótesis de trabajo es aceptada, ya que tal diseño puede provocar impactos positivos a los elementos naturales los cuales deben tratarse por la conservación del ambiente. El diseño

del muro portante ha servido para analizar la sostenibilidad, ya que implantamos ladrillos prefabricados con RCD.

Hipótesis Específicas

- a) Esta hipótesis de trabajo es aceptada después del aporte de los ladrillos tipo Lego prefabricados con RCD reduce el consumo de materias primas, donde la arcilla (principal material utilizado para la fabricación del ladrillo convencional) pasa a segundo plano.
- b) Esta hipótesis de trabajo es aceptada por la asociación de los ladrillos ecológicos con el diseño de muros portante, por medio de la utilización de los RCD's, que determinan la sostenibilidad y el reciclaje

6.4 Discusión

- Camacho y Mena (2018): "Diseño y fabricación de un ladrillo ecológico como material sostenible de construcción y comparación de sus propiedades mecánicas con un ladrillo tradicional"; se elaboró un ladrillo de suelo- cemento-cáscaras y ceniza de arroz, donde se obtuvo buenos resultados. En conclusión, el ladrillo ecológico obtuvo una resistencia a la compresión de 44.25 kg/cm² y una densidad de 1655 kg/m³ siendo más ligero. Por lo que verifica que el ladrillo ecológico diseñado con RCD es adecuado ya que se logró una resistencia a la compresión de 123.35 kg/cm².
- Pereira (2017) "La bioconstrucción como alternativa de recuperación de la arquitectura tradicional en las edificaciones del distrito de Muquiyauyo – Jauja" se hizo un mapeo por lo cual el 54% del total de las infraestructuras, pueden sacar y valorar sus modelos típicos en su integridad, comprobando que los materiales ecológicos. Puesto que, al analizar la viabilidad de los ladrillos ecológicos que se pueden elaborar, estos han sido identificados para el diseño de un muro portante; para luego evaluar cada actividad constructiva que es necesaria para conseguir una construcción sostenible.
- Becerra y Thaylor (2019) "Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico prensado manualmente de arcilla y arcilla/plástico en albañilería confinada, Chiclayo, Lambayeque 2018". Los ecoladrillos de arcilla presentaron un precio de 0.64 soles y los ladrillos ecológicos de arcilla/plástico presentaron un precio de 0.77 soles, siendo clasificadas según la E.070 como unidades de Tipo I, en nuestra indagación de los ladrillos tipo Lego prefabricados con RCD nos da como resultado de la investigación ladrillos tipo III y con un monto promedio de 0.55 soles.

CONCLUSIONES

Conclusión General

En esta tesis se ha propuesto el diseño de muros portantes, con ladrillos prefabricados con RCD para mitigar la contaminación ambiental. Se definieron los parámetros, como el tipo de ladrillo (ver página 59), la cantidad de materiales (86 Ladrillos tipo Lego), la dosificación correcta (1:5), entre otros. También, se observó indicadores, resolviendo la influencia natural y social de la construcción tratando siempre de mitigar la contaminación ambiental. Se puede concluir que el diseño de muro portante con ladrillos prefabricados con RCD cumple con los requisitos, de acuerdo con el RNE y NTP.

Conclusiones Específicas

- a) En el presente trabajo se estableció el diseño de un muro portante con ladrillo tipo Lego prefabricado con RCD para mitigar el consumo de materias primas. Partiendo de normas, reglas y especificaciones técnicas se busca que el ladrillo no necesite un proceso industrial que requiera un gran consumo de combustible, así como también la utilización de la arcilla para su elaboración, dando como resultado un ladrillo que fragua a temperatura ambiente como se puede apreciar en la figura 25
- b) En la reciente investigación se definió que los ladrillos prefabricados con RCD se pueden utilizar para diseñar muros portantes y con ello lograr que reduzca el impacto ambiental; en la tabla 23 se puede apreciar que la fabricación de ladrillos tradicionales puede ocasionar impactos ambientales negativos debido a la etapa de cocción o quema del ladrillo, de forma que no afecte la estructura del muro portante, además de ser ecosostenible, bajo consumo energético y altamente resistentes.

RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda la capacitación constante de los trabajadores asignados en el diseño de muros portantes con ladrillos prefabricados con RCD, con ello disponer de trabajos apropiados y con respectivos estándares de calidad.
- b) Las fábricas que deben vender ladrillos ecológicos deben pasar con todas las normas y especificaciones prescritas, y asumir responsabilidades sociales y cuidado del medio ambiente.
- c) Dependiendo el sitio donde se va a realizar el diseño del muro portante con ladrillos prefabricados con RCD, se recomienda instalar el tipo de ladrillo más adecuado tanto para las zonas urbanas o rurales, planteándose las opciones de mimetizado más adecuadas en el caso que sean necesarias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceros Arequipa. (2016). *Ladrillo pandereta y ladrillo King Kong: todo lo que debes saber sobre estos ladrillos*. Obtenido de <https://www.construyendoseguro.com/ladrillo-pandereta-y-ladrillo-king-kong-todo-lo-que-debes-saber-sobre-estos-ladrillos/>
- Ambiental, O. d. (19 de noviembre de 2018). Obtenido de <https://www.oefa.gob.pe/oefa-identifica-1585-botaderos-informales-nivel-nacional/ocac07/>
- Bazán Garay, I. (2018). *Caracterización de residuos de construcción de Lima y Callao (estudio de caso)*. Lima.
- Berríos, M. (23 de 10 de 2016). Reciclar para construir. *La república*.
- Camacho de Báez, B. (2003). *La población y la muestra*.
- Carrasco Díaz, S. (2005). *Metodología de la investigación científica*. San Marcos.
- Condori Ojeda, P. (2020). Universo, población y muestra., (pág. 3).
- de Santos Marián, D., Monercillo Delgado, B., & García Martínez, A. (2011). *Gestión de residuos en las obras de construcción y demolición*. España.
- Defensoría del Pueblo. (4 de 12 de 2017). *Defensoría del Pueblo demanda intensificar fiscalización a la inadecuada disposición de residuos de la construcción y demolición*. Obtenido de <https://www.defensoria.gob.pe/defensoria-del-pueblo-demanda-intensificar-fiscalizacion-a-la-inadecuada-disposicion-de-residuos-de-la-construccion-y-demolicion/>
- Díaz de León, N. (s.f.). *Universidad Autónoma del Estado de México*. Obtenido de Población y muestra: <https://core.ac.uk/download/pdf/80531608.pdf>
- Garzón Vargas, M., & Clavijo Ángel, F. (2020). *Elaboración de un bloque modular hecho con agregado obtenido de residuos sólidos de construcción y demolición (RCD)*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, R., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wpcontent/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.
- Inacap. (2000). *Presupuesto de partidas de obra*. Obtenido de http://www.inacap.cl/web/material-apoyo-cedem/alumno/Construccion/G08Presupuesto_de_Albanilerias.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (22 de 1 de 2016). *Residuos sólidos*. Obtenido de

- https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1342/cap05.pdf
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2016). *Manejo de residuos de construcción y demolición*. Ministerio del Ambiente.
- MP RECICLA SAC. (2016). *CICLO*. Obtenido de https://connectamericas.com/sites/default/files/company_files/CICLO%20-%20Productos%20y%20Servicio_0.pdf
- NTP 331.017. (2003). *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos* (Segunda ed.). INACAL.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (19 de 11 de 2018). *OEFA identifica 1585 botaderos informales a nivel nacional*. Obtenido de <https://www.oefa.gob.pe/oefa-identifica-1585-botaderos-informales-nivel-nacional/ocac07/>
- Palacios Anzules, Í., & Moreno Castro, D. (2022). *Contaminación ambiental*. Obtenido de [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(2\).abr.2022.93-103](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(2).abr.2022.93-103)
- Parravicini, J. (2022). *Consultoría de Investigación*. Obtenido de <https://jpconsultoriatesis.com/los-niveles-de-investigacion-para-la-tesis/>
- Perez Foguet, A. (2005). Tecnología para el Desarrollo Humano y acceso a los servicios básicos. *Ingeniería Aplicada a la Cooperación para el Desarrollo, Volumen 9*, (pág. 182).
- Pogotech. (2019). La gestión de los residuos de construcción y demolición en Villavicencio: estado actual, barreras e instrumentos de gestión. 226.
- RNE E.030. (24 de 1 de 2016). Diseño Sismorresistente.
- RNE E.070. (2019). *ALBAÑILERÍA*. SENCICO.
- San Bartolomé, Á., Quiun, D., & Silva, W. (2018). *Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería* (Segunda ed.). PUCP.
- Sevilla Chinchilla, I. A. (2019). *Gestión de residuos sólidos de la actividad de demolición; estudio de casos en profesionales y especialistas en la zona financiera del distrito de San Isidro en el 2018 [Tesis de titulación, Universidad Ricardo Palma]*. Repositorio Institucional. Obtenido de https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2402/T030_07960835_T%20Sevilla%20Chinchilla%2C%20In%20In%20C3%A9s%20Adelina.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Vargas Cordero, Z. (2009). *LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA CIENTÍFICA*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- Vidal Rainho, C. (2019). *Estudio comparativo de los sistemas de gestión de RCD's entre España y Brasil [Tesis de titulación, Universidad de Coruña]*. Repositorio Institucional. Obtenido de https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/14184/VidalRainho_Caroline_TFG_2015.pdf?sequence=2

ANEXOS

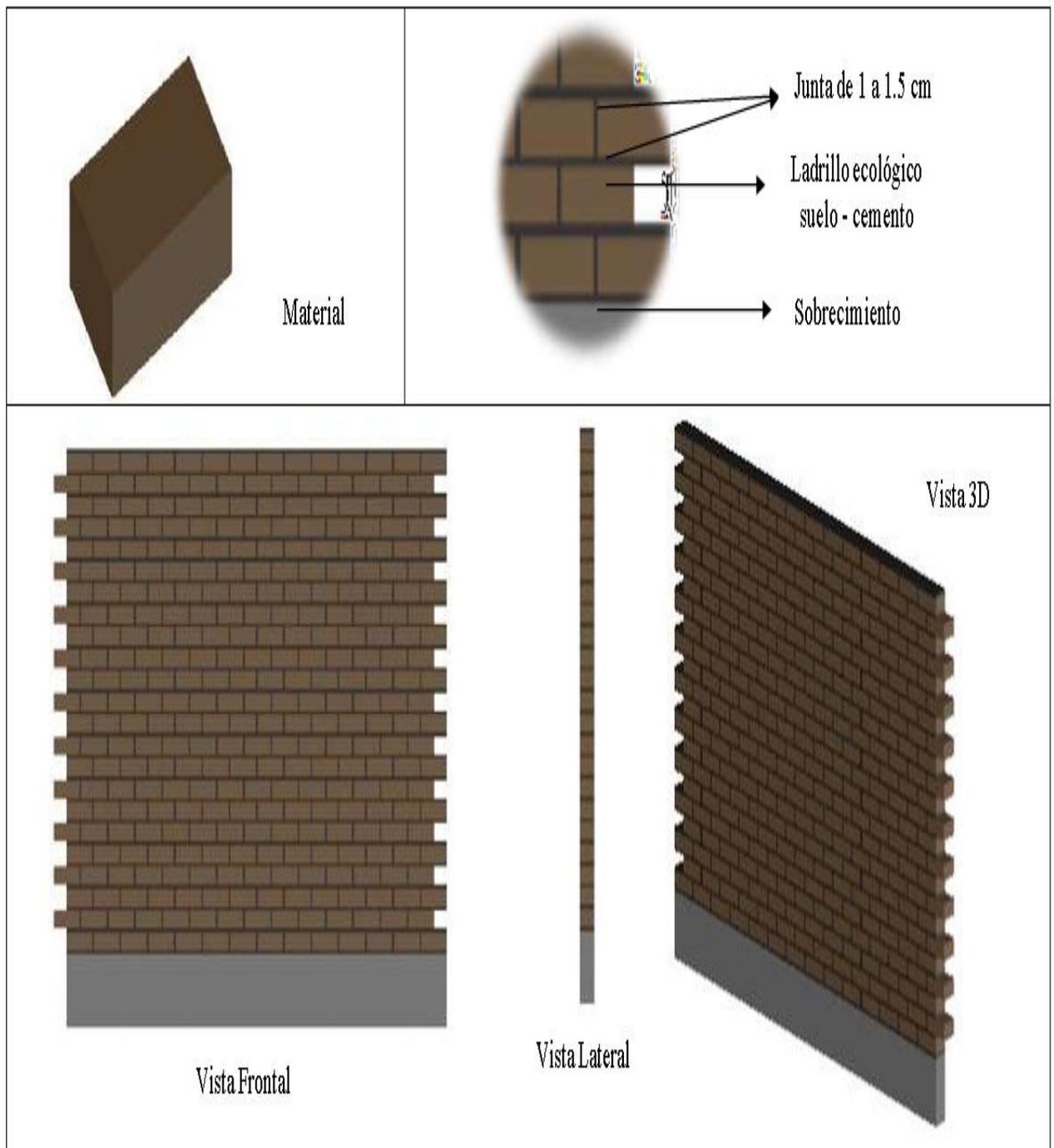
Anexo A: Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables		Metodología	
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable 1	Variable 2		
			X: Muros Portantes	Y: Contaminación ambiental		
¿De qué manera los muros portantes con ladrillos prefabricados con RCD reducen la contaminación ambiental en la albañilería confinada?	Diseñar muros portantes con ladrillos pre fabricados con residuos de construcción y demolición a fin de mitigar la contaminación ambiental.	El diseño de muros portantes con ladrillos prefabricados con residuos de construcción y demolición reduce la contaminación ambiental.	Dimensiones de "X" X1: Ladrillos tipo Lego X2: Ladrillos ecológicos	Dimensiones de "Y" Y1: Materias primas Y2: Impacto ambiental	Tipo: Nivel: Método: Diseño: Población: Muestra:	Aplicada Explicativo Cuantitativo Experimental 160 ladrillos King Kong prefabricado con RCD Un muro portante
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas				
¿De qué manera los ladrillos tipo Lego prefabricados con RCD reducen el consumo de materias primas en el rubro de la construcción?	Diseñar muros portantes con ladrillos tipo Lego prefabricados con RCD a fin de reducir el consumo de materias primas	El diseño de muros portantes con ladrillos tipo Lego prefabricados con RCD mitiga el consumo de materias primas.				
¿De qué manera podemos reutilizar los RCD'S para elaborar los ladrillos ecológicos a fin de reducir el impacto ambiental?	Reutilizar los RCD'S para elaborar los ladrillos ecológicos a fin de reducir el impacto ambiental	La reutilización de los RCD'S para elaborar los ladrillos ecológicos reduce el impacto ambiental				

Anexo B: Matriz de Operacionalización

Objetivos	Variables	
Objetivo general	Variable 1	Variable 2
<p>Diseñar muros portantes con ladrillos prefabricados con residuos de construcción y demolición a fin de mitigar la contaminación ambiental.</p>	X: Muros Portantes	Y: Contaminación ambiental
	<p>Dimensiones de "X" X1: Ladrillos King Kong X2: Bloques de concreto</p>	<p>Dimensiones de "Y" Y1: Materias primas Y2: Impacto ambiental</p>
	<p>Indicadores de "X1"</p>	<p>Indicadores de "Y"</p>
	<p>X11: Ficha técnica; X12: Propiedades X21: Hormigón Reciclado; X22: Características</p>	<p>Y11: Social; Y12: Económico Y21: RCD; Y22: Vertederos informales</p>
Objetivos Específicos		
OBJETIVO ESPECÍFICO 1	Diseñar muros portantes con bloques de concretos prefabricados con RCD a fin de reducir el consumo de materia primas	
OBJETIVO ESPECÍFICO 2	Diseñar muros portantes con ladrillos King Kong prefabricados con RCD a fin de reducir el impacto ambiental.	

Anexo C: Detalle del muro portante



Anexo D: Especificaciones técnicas del ladrillo King Kong 18 huecos



FICHA TÉCNICA

Actualizado el 01 de enero del 2021

DEFINICIÓN DEL PRODUCTO					
		LADRILLO KING KONG 18 HUECOS			
USO:		<i>Ladrillo para muros portantes.</i>			
MATERIAS PRIMAS:		Unidad	Especificación de Producto	Requisitos Normados:	
<i>Mezcla de arcillas.</i>				NTP 399.613 NTP 331.017 RNE E-070.	
PROPIEDADES FÍSICAS:					
PESO: Mínimo - Máximo		Kg	2.610 - 2.800	-	
DIMENSIONES	Largo	cm	23.0	± 5mm 23.5 Máx. 22.5 Mín.	
	Ancho	cm	12.5	± 4mm 12.9 Máx. 12.1 Mín.	
	Alto	cm	9.0	± 3mm 9.3 Máx. 8.7 Mín.	
ABSORCIÓN DE AGUA		%	< 22.0	Máx. 22.0	
ÁREA DE VACÍOS		%	45.0 - 48.0	-	
ALABEO		mm	< 4.0	Máx. 4.0	
DENSIDAD		g/cm ³	1.90 - 2.00	-	
EFLORESCENCIA		-	No presenta	No presenta	
CLASE		-	Tipo IV	Tipo IV	
RENDIMIENTO	Mortero 10 mm	Und/m ²	Soga / Cabeza	42	74
	Mortero 15 mm		Soga / Cabeza	39	68
PROPIEDADES MECÁNICAS:					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		Kg/cm ²	> 130.0	Mín. 130.0	

Nota:

Ladrillo fabricado para ser usado en muros portantes de moderada resistencia a la compresión, de uso en la construcción con recubrimiento (tarrajeo) tanto en interiores como en exteriores de la edificación.

CERAMICOS PERUANOS S.A.
Ing. JHONY PEREZ R.
PCP



Oficina: República de Panamá 3563 Sto. Piso - of. 501. Telf.: (0511) 422-2468 / fax: (0511) 440-2675

Planta: Panamericana Norte, Altura km 30.5 - Carabayllo, Telf.: (0511) 660-2808 / (511) 660-2805 Fax: (0511) 660-2805 anexo 22
www.ladriillospiramide.com

Anexo E: Constancia de elaboración de ladrillos y diseño del muro



ECOKALLPA M&C S.A.C
RUC: 20610361545
Av. Moyobamba Mz. B Lt.03 Ancón
Teléfono: 963414776

CONSTANCIA

Yo **YOM VERTEN CCAICO APARCO**, SUB GERENTE DE LA EMPRESA **ECOKALLPA M&C S.A.C** IDENTIFICADO CON **D.N.I 70229986**.

HAGO CONSTAR:

QUE LOS SEÑORES FAVIO PACARA RUGGEL Y PERCY HUALLPA FLORES HAN ELABORADO LOS LADRILLOS A BASE DE RCD Y REALIZADO LA CONSTRUCCIÓN DE MURETE, EN EL TALLER UBICADO EN ANCÓN

CONSTANCIA QUE SE EXPIDE A SOLICITUD DE LA PARTE INTERESA A LOS 25 DÍAS DEL MES DE SETIEMBRE DEL 2023.

YOM VERTEN CCAICO APARCO
D.N.I 70229986