



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE
LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO
EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**

TESIS PRESENTADA POR:
Bach. NIKE SANGA CANO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

JULIACA - PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE
LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO
EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. NIKE SANGA CANO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

ASESOR DE TESIS

:


Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1457-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 04 de noviembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 11091 presentado por el (la) Bachiller: **NIKE SANGA CANO** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **NIKE SANGA CANO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
- * **1er Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **2do Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA**.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **NIKE SANGA CANO**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 13 de noviembre del 2025
- * **HORA** : 14:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURASDr. OSCAR V. VILAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 654-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 08 de julio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 4971 por el señor (a): **NIKE SANGA CANO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 481- 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 015- 2025 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **NIKE SANGA CANO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 015- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **NIKE SANGA CANO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



cc:
Archivo
interesado (a)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 131-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 10 de enero del 2025

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 18749, presentado el señor (a) **NIKE SANGA CANO** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO - N° 1598-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 462-2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **NIKE SANGA CANO** ha presentado su propuesta de investigación **Titulado: INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la **ficha de opinión de la propuesta de investigación** formato N° 462-2024- aprobando la propuesta de investigación **titulado: INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, y en mérito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **NIKE SANGA CANO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS**Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**
DECANO
CIP. 47790UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS**Dr. Efraín Parillo Sosa**
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo 01.05
Interesado (a)



NIKE SANGA CANO

INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS

 Trabajos de tesis para ingreso a repositorio

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::13016:604073259

Fecha de entrega

1 jul 2026, 16:05 GMT-5

Fecha de descarga

2 jul 2026, 21:41 GMT-5

Nombre del archivo

T036_71831698_T.docx

Tamaño del archivo

52.1 MB

138 páginas

22.610 palabras

126.654 caracteres



TESIS UANCV

21% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 11%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 20%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos complementarios - UANCV

TÍTULO	
INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024	
Datos de autor	
Nombres y Apellidos	NIKE SANGA CANO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71831698
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-8581-8988
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02306659
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-0268-5061
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres Y Apellidos	CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02441152
Miembro del jurado 1	
Nombres Y Apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	
Nombres Y Apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676



Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	Dirección: DISTRITO DE SAN MIGUEL País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: San Miguel Latitud: -15.47823, Longitud: -70.12470 https://maps.app.goo.gl/FMbXo4hc8gCap3o38 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	ABRIL 2025 - NOVIEMBRE 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAJAMARCA
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
 Dr. Fritz Willy Mazon Apaza
 DIRECTOR
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo NIKE SANGA CANO, identificado con DNI

Nro. 71831698 en mi condición de egresado de:

☒ Escuela Profesional

☐ Programa de Segunda Especialidad

☐ Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la ☒ Tesis o ☐ Trabajo de Investigación, ☐ Trabajo Académico denominada:

INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS

EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE

SAN MIGUEL 2024

Asesorado por: Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 10 de junio del 2026

Firma del Asesor (Obligatoria)

Firma (Obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Dedico este trabajo, con profundo cariño, a mis padres, por ser mi mayor fuente de inspiración y ejemplo de sacrificio. A ellos, que me enseñaron a nunca rendirme y a mantener la fe incluso en los momentos más difíciles. Dedico también esta tesis a mis hermanos y seres queridos, por su comprensión y apoyo incondicional a lo largo de mi formación.

Y a todas las personas que creen en un ingeniero civil más responsable con el medio ambiente, para que cada proyecto contribuya no solo al progreso técnico, sino también al bienestar del planeta.



AGRADECIMIENTO

A Dios, por concederme la fortaleza, la salud y la perseverancia necesarias para culminar esta investigación. A mis padres, por su apoyo incondicional, su ejemplo de esfuerzo y por ser la base sobre la cual se ha edificado mi formación personal y profesional. A mis docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quienes con su guía, conocimiento y vocación de enseñanza sembraron en mí el compromiso de contribuir al desarrollo sostenible de nuestra sociedad. A mi asesor de tesis, por su orientación técnica, su paciencia y su exigencia académica, que me motivaron a alcanzar un trabajo de calidad.

Finalmente, a mis compañeros y amigos que compartieron este proceso, por su colaboración, ideas y ánimo constante durante las jornadas de laboratorio y redacción. Este logro es también de ustedes.

INDICE GENERAL



DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL

PROBLEMA.....	
---------------	--

18

1.1. Exposición de la situación problemática.....	18
1.2. Formulación del planteamiento del problema	21
1.2.1. Problema general	21
1.2.2. Problema específico	21
1.3. Justificación de la investigación	21
1.3.1. Justificación técnica	21
1.3.2. Justificación social	22
1.3.3. Justificación económica	22
1.3.4. Justificación ambiental	23
1.4. Objetivos	23
1.4.1. Objetivo general	23
1.4.2. Objetivos específicos	23
1.5. Hipótesis.....	24
1.5.1. Hipótesis general	24
1.5.2. Hipótesis específicas.....	24
1.6. Variables e indicadores.....	24
1.6.1. Conceptualización de variables	24



1.6.2.	Operacionalización de sus variables	24
--------	---	----

CAPITULO II

2.	MARCO TEORICO	21
2.1.	Antecedentes del estudio	21
2.1.1.	Antecedentes internacionales	21
2.1.2.	Antecedentes a nivel nacional	22
2.1.3.	Antecedentes a nivel regional o local	24
2.2.	Bases teóricas	25
2.2.1.	Concreto	25
2.2.2.	Agregados	35
2.2.3.	Materiales no biodegradables	40
2.2.4.	Materiales Constituyentes	43
2.2.5.	Ladrillo reciclado	48
.	Reducción del impacto ambiental	56
	Alta absorción de agua y porosidad	58

CAPITULO III

3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	62
3.1.	Diseño de investigación	62
3.2.	Método de la investigación	62
3.3.	Nivel y tipo de investigación	63
3.3.1.	Tipo de investigación	63
3.3.2.	Nivel de investigación	63
3.4.	Población y muestra	64
3.4.1.	Población	64
3.4.2.	Muestra	64
3.5.	Técnicas e instrumentos	65
3.5.1.	Técnica	65
3.5.2.	Instrumentos	66
3.6.	Validación y confiabilidad	67
3.6.1.	validación	67
3.6.2.	Confiabilidad	67
3.7.	Procedimiento de recolección de datos	68
3.8.	Ensayos de laboratorio	70



CAPITULO IV

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	78
4.1.	Resultados obtenidos	78
4.1.1.	Resultados del diseño de mezclas.....	78
4.1.2.	Resultados de la resistencia a la compresión a los 7 días	83
4.1.3.	Resultados de la resistencia a la compresión a los 14 días	87
4.1.4.	Resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días	91
4.1.5.	Resultados de la resistencia a la flexión a los 28 días	96



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	24
Tabla 2 Porcentaje en peso de materias dañinas	36
Tabla 3 Porciones de elementos deteriorados del agregado grueso	38
Tabla 4 Contenido de humedad de la arena	78
Tabla 5 Contenido de humedad de la grava	79
Tabla 6 Absorción y peso específico.....	79
Tabla 7 Peso Unitario suelto y varillado	79
Tabla 8 Granulometría arena	79
Tabla 9 Granulometría grava	80
Tabla 10 Resultados de la caracterización de los agregados	81
Tabla 11 Datos de la dosificación de muestras.....	82
Tabla 12 Datos de la cuantificación en peso.....	82
Tabla 13 Resultados de resistencia a compresión de la muestra patrón	83
Tabla 14 Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 20% ladrillo reciclado	84
Tabla 15 Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 5% neumático reciclado	84
Tabla 16 Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 10% neumático reciclado	84
Tabla 17 Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 15% neumático reciclado	85
Tabla 17 Resultados a los 7 días de la resistencia a compresión.....	85
Tabla 18 Resultados de resistencia a compresión de la muestra patrón 14 días	87



Tabla 19 Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 20% de ladrillo reciclado 14 días.....	88
Tabla 20 Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 5% neumáticos reciclados.....	88
Tabla 21 Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 10% neumáticos reciclados.....	88
Tabla 22 Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 10% neumáticos reciclados.....	89
Tabla 17 Resultados a los 14 días de la resistencia a compresión	89
Tabla 23 Resultados de resistencia a compresión de la muestra patrón 28 días	91
Tabla 24 Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 20% ladrillo reciclado a los 28 días	92
Tabla 25 Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 5% de neumáticos reciclados a los 28 días	92
Tabla 26 Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 10% de neumáticos reciclados a los 28 días	93
Tabla 27 Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 15% de neumáticos reciclados a los 28 días	94
Tabla 28 comparación de resultados de resistencia a la compresión a los 28 días	94
Tabla 29 Resultados de resistencia a flexión a los 28 días.....	96



NDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cemento	310
Figura 2 Proceso de fabricación del cemento	31
Figura 3 Tipos de cemento.....	32
Figura 4 Agregados.....	37
Figura 5 Partes de una llanta.....	43
Figura 6 Combustión masiva en llantas	46
Figura 7 Ladrillo reciclado triturado.....	49
Figura 8 Ensayo de contenido de humedad.....	71
Figura 9 Ensayo de granulometría.....	72
Figura 10 Ensayo de absorción.....	74
Figura 11 Preparación de la muestra.....	75
Figura 12 trabajabilidad del concreto.....	76
Figura 13 Curado de probetas.....	77
Figura 14 Curva granulométrica	80
Figura 15 Curva granulométrica	81
Figura 16 Cuantificación en volumen	82
Figura 17 Comparación de resultados de resistencia a la compresión 7 días	87
Figura 18 Comparación a los 14 días.....	91
Figura 19 Comparación a los 28 días.....	96
Figura 20 Comparación a los 28 días.....	98



RESUMEN

El presente estudio tiene por objetivo comparar el desempeño del concreto hidráulico al incorporar materiales reciclados de ladrillos reciclados y neumáticos, evaluando sus efectos sobre En 2024, se investigaron las características mecánicas del concreto del distrito de San Miguel. Se empleó una estrategia aplicada y explicativa en el diseño experimental. Se siguieron las normas ASTM C39 para la preparación de las muestras. Se utilizaron arena gruesa y fina, ladrillo reciclado, cemento, agua y neumáticos reciclados para crear 45 muestras de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura y 12 vigas. En este estudio, los neumáticos reciclados sustituyeron a la arena en porcentajes del 5%, 10% y 15%, mientras que los ladrillos reciclados sustituyeron a la grava en un 20%. Las muestras se sometieron a pruebas de compresión después de un curado de 7, 14 y 28 días. Así mismo se realizaron el ensayo de flexión a 28 días en cada dosificación realizada. De los resultados obtenidos determinamos que el 20% ladrillo reciclado en la resistencia a la compresión disminuye levemente, en cambio con el reemplazo de la arena con neumático reciclado en porcentajes de 5% a 10% disminuye, pero se mantiene en un rango aceptable, mientras con el 15% no llega a la resistencia adecuada. Finalmente se determinó que un concreto con 20% de ladrillo reciclado su resistencia a la compresión fue de 231.83 kg/cm² a comparación de la muestra patrón 233.46 kg/cm², mientras que el con el 5% y 10% disminuye a 227.12 kg/cm² y 216.44 kg/cm² y con el 15% llega a 198.69 kg/cm² y su módulo de rotura a los 28 días de la muestra patrón fue de 38.12 kg/cm² y con 5% y 10% llegaron a 37.23 kg/cm² y 35.13 kg/cm² y con el 15% disminuye a 33.94 kg/cm². Concluyendo que el porcentaje óptimo en reemplazo del agregado grueso fue de 20% de ladrillo reciclado y 5% a 10% de neumático reciclado en reemplazo del agregado fino.

PALABRAS CLAVE: Ladrillos reciclados, neumáticos reciclados, concreto hidráulico



ABSTRACT

This study aims to compare the performance of hydraulic concrete incorporating recycled materials such as recycled bricks and tires, evaluating their effects on the concrete's mechanical properties in the San Miguel district during 2024. An experimental design with an applied and explanatory approach was used. Specimens were prepared according to ASTM C39 standards. A total of 45 specimens, 15 cm in diameter x 30 cm in height, and 12 beams were made using coarse and fine sand, recycled brick, cement, water, and recycled tires. The replacement percentages used in this research were 5%, 10%, and 15% recycled tires replacing the sand, and 20% recycled bricks replacing the gravel. The specimens were cured for 7, 14, and 28 days, after which they underwent compression testing. Flexural strength testing was also performed at 28 days for each mix design. From the results obtained, we determined that the 20% recycled brick in compressive strength decreased slightly, whereas with the replacement of the sand with recycled tire in percentages of 5% to 10% it decreases, but remains within an acceptable range, while with 15% it does not reach the adequate strength. It was finally determined that concrete with 20% recycled brick had a compressive strength of 231.83 kg/cm² compared to the control sample's 233.46 kg/cm². With 5% and 10% recycled brick, the strength decreased to 227.12 kg/cm² and 216.44 kg/cm², respectively, while with 15% recycled brick, it reached 198.69 kg/cm². The modulus of rupture at 28 days was 38.12 kg/cm² for the control sample, 37.23 kg/cm² for the control sample, and 35.13 kg/cm² for the control sample. With 15% recycled brick, the modulus decreased to 33.94 kg/cm². In conclusion, the optimal percentage for replacing the coarse aggregate was 20% recycled brick, and 5% to 10% recycled tires were used to replace the fine aggregate.

KEYWORDS: Recycled bricks, recycled tires, hydraulic concrete



INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la industria de la construcción se ha consolidado como uno de los sectores de mayor impacto ambiental, debido al elevado consumo de recursos naturales y a la generación constante de residuos sólidos provenientes de procesos constructivos y de demolición. Entre estos residuos, destacan los desechos de ladrillos cerámicos y neumáticos fuera de uso (NFU), materiales que, por su difícil degradación, representan un desafío crítico para la gestión ambiental urbana (Rodríguez & López, 2021). La acumulación de estos residuos en botaderos informales y su incineración contribuyen a la contaminación del suelo y del aire, afectando directamente la salud pública y el equilibrio ecológico (Mendoza et al., 2020). En el contexto peruano, donde el crecimiento urbano no siempre se acompaña de una planificación sostenible, el aprovechamiento de materiales reciclados constituye una alternativa viable para disminuir la presión sobre los recursos naturales. Por ello, surge la necesidad de incorporar principios de economía circular y sostenibilidad en el diseño de materiales de construcción, particularmente en el concreto hidráulico, uno de los materiales más empleados en edificaciones e infraestructura (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2023)

El uso de materiales reciclados como reemplazo parcial de los agregados naturales en el concreto hidráulico constituye una estrategia innovadora para promover la sostenibilidad en la ingeniería civil. En el caso de los ladrillos reciclados, su trituración controlada permite obtener partículas con una textura rugosa y alta porosidad, lo cual favorece la adherencia con la pasta cementicia y puede mejorar ciertos comportamientos mecánicos, como la tracción o la absorción de energía ante impactos (Arenas et al., 2019). Por otro lado, los neumáticos reciclados, al ser procesados en forma de granulado o polvo de caucho, aportan flexibilidad y resistencia a la fisuración, aunque su incorporación puede reducir la densidad y la resistencia a la compresión del



concreto (Martínez & Gómez, 2022). Estos materiales, considerados residuos problemáticos, al ser revalorizados, adquieren un nuevo propósito dentro de un enfoque de sostenibilidad, transformando un pasivo ambiental en un recurso constructivo. En este sentido, el empleo de agregados reciclados de ladrillo y caucho representa una oportunidad técnica y ambiental para el distrito de San Miguel, donde la generación de residuos y el crecimiento urbano hacen urgente la búsqueda de soluciones ecoeficientes (Cáceres & Torres, 2024).

El concreto hidráulico, como material compuesto, debe su desempeño estructural a la interacción entre la pasta cementicia, los agregados y el agua. Las propiedades mecánicas más relevantes —como la resistencia a la compresión, tracción y flexión— determinan su capacidad para soportar esfuerzos y cargas sin presentar fallas prematuras (Neville & Brooks, 2018). Diversos estudios han demostrado que la inclusión de materiales reciclados puede modificar la microestructura del concreto, alterando su densidad, porosidad y adherencia interna (ACI Committee 555, 2020). En concreto, el reemplazo parcial de agregados por ladrillos reciclados puede mejorar la resistencia a la tracción indirecta debido a la textura irregular del material, mientras que el caucho de neumáticos tiende a disminuir la rigidez, pero incrementa la ductilidad y la capacidad de absorción de energía (Flores et al., 2021). El análisis detallado de estas variaciones resulta esencial para definir la incidencia del uso de materiales reciclados en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico, considerando las condiciones específicas de los laboratorios y del clima del distrito de San Miguel.

La investigación sobre la incidencia del uso de materiales reciclados en el concreto hidráulico no solo tiene una finalidad técnica, sino también ambiental y social. Desde la perspectiva de la sostenibilidad, la reutilización de residuos de construcción y neumáticos contribuye directamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 9, 11 y 12), promoviendo una producción y consumo responsables (Organización de las



Naciones Unidas [ONU], 2022). En el distrito de San Miguel, donde la actividad constructiva es intensa, la implementación de concretos ecológicos representa una alternativa para mitigar el impacto ambiental y fomentar prácticas de ingeniería verde. A nivel académico, este estudio busca generar conocimiento sobre la relación causa-efecto entre el uso de materiales reciclados (variable independiente) y las propiedades mecánicas del concreto hidráulico (variable dependiente), evaluando cómo los porcentajes de sustitución afectan la resistencia a compresión, tracción y flexión bajo normas técnicas peruanas y ASTM. De esta manera, la investigación aspira a contribuir al desarrollo de un concreto sostenible, resistente y viable para aplicaciones no estructurales y estructurales ligeras, fortaleciendo el compromiso de la ingeniería civil con la sostenibilidad y la innovación tecnológica (García & Paredes, 2023).

Nuestra investigación se desarrollo de la siguiente manera:

El Capítulo I, "Planteamiento del problema," expone la situación actual relacionada con el uso de materiales tradicionales en la construcción y la problemática ambiental ocasionada por los residuos de construcción y neumáticos fuera de uso. Se formula el problema general y los específicos, los objetivos de la investigación, las hipótesis y la justificación técnica, ambiental, económica y social. Asimismo, se establecen las variables principales del estudio: la variable independiente (uso de materiales reciclados) y la variable dependiente (propiedades mecánicas del concreto hidráulico), junto con su operacionalización.

El Capítulo II, "Marco teórico," desarrolla los fundamentos científicos y técnicos que sustentan la investigación. Se abordan los conceptos relacionados con el concreto hidráulico, sus componentes, propiedades físicas y mecánicas, así como los antecedentes de investigaciones previas sobre el uso de agregados reciclados de ladrillos y caucho de neumáticos. Además, se incluyen teorías, normas técnicas peruanas (NTP E.060) y normas internacionales (ASTM) que respaldan la validez



experimental del estudio. Este capítulo establece la base conceptual necesaria para comprender los efectos del reemplazo parcial de agregados naturales por materiales reciclados en el comportamiento del concreto.

El Capítulo III, "Metodología," describe el tipo y diseño de investigación, el método. Se explican los procedimientos para la preparación, curado y ensayo de las muestras de hormigón, así como la población y la muestra, los métodos de recolección de datos y las herramientas utilizadas. Se describen las normas ASTM para el ensayo de resistencia a la compresión, resistencia a la tracción indirecta y resistencia a la flexión, junto con las proporciones de mezcla y los porcentajes de sustitución. Esto garantiza la exactitud y repetibilidad de los resultados.

El Capítulo IV, "Resultados y discusión," presenta los datos experimentales obtenidos de las pruebas realizadas en laboratorio, analizados mediante tablas, gráficos comparativos y análisis estadístico. Se interpretan los efectos del uso de materiales reciclados de ladrillos y neumáticos sobre las propiedades mecánicas del concreto hidráulico, comparando los valores obtenidos con los estándares establecidos. La discusión permite contrastar los resultados con estudios previos y evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental de las mezclas desarrolladas, concluyendo con recomendaciones orientadas a la aplicación práctica de concretos sostenibles en el ámbito constructivo local.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Exposición de la situación problemática

El sector de la construcción tiene un impacto sustancial en el medio ambiente, como lo demuestra el hecho de que representa el 30 % de las emisiones de gases de efecto invernadero y el 40 % del consumo total de recursos naturales a nivel mundial (World Green Building Council [WGBC], 2023). Anualmente se generan más de 2.000 millones de toneladas de residuos de construcción y demolición (RCD), de los cuales solo un 25 % se recicla o reutiliza adecuadamente (European Environment Agency [EEA], 2022). Los residuos cerámicos y los neumáticos fuera de uso (NFU) son particularmente problemáticos: los primeros representan una gran fracción de los desechos inertes y los segundos, por su composición de caucho vulcanizado, tardan más de 500 años en degradarse (García & Torres, 2021). Frente a ello, diversos países europeos y asiáticos promueven políticas de economía circular, fomentando el uso de agregados reciclados en concretos y morteros para reducir la extracción de áridos naturales (United Nations Environment Programme [UNEP], 2022). Investigaciones recientes demuestran que la sustitución parcial de agregados con materiales reciclados puede mantener o incluso mejorar ciertas propiedades del concreto, siempre que se controlen la granulometría, la absorción y la adherencia (Xue et al., 2023). Por tanto, el



desafío global consiste en equilibrar la eficiencia estructural del concreto con la sostenibilidad ambiental, objetivo que sustenta la relevancia de este estudio.

En América Latina, el manejo de residuos de construcción y demolición continúa siendo limitado debido a la falta de normativas y tecnologías adecuadas. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2022), la región genera más de 320 millones de toneladas de RCD al año, de los cuales menos del 10 % se recicla efectivamente. Países como México, Chile, Colombia y Brasil han iniciado programas piloto para incorporar materiales reciclados, destacando proyectos que incluyen ladrillos triturados como sustitutos de agregados finos y granulados de caucho provenientes de neumáticos para mejorar la absorción de energía en concretos de bajo peso (González et al., 2020). No obstante, la falta de estandarización y de incentivos gubernamentales limita la adopción masiva de estas prácticas. Estudios regionales han evidenciado que el uso de materiales reciclados puede reducir la huella de carbono del concreto hasta en un 35 %, sin comprometer su resistencia cuando la dosificación se realiza correctamente (Pérez & Ramos, 2021). En este sentido, la variable independiente uso de materiales reciclados se vincula estrechamente con los objetivos de desarrollo sostenible de la región, orientados a una producción limpia y una gestión eficiente de los residuos, mientras que la variable dependiente propiedades mecánicas del concreto refleja la necesidad de validar experimentalmente la viabilidad técnica de estas soluciones.

En el Perú, la problemática ambiental generada por los residuos de construcción ha alcanzado niveles críticos, especialmente en las principales ciudades del país. Según el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2023), anualmente se generan más de 20 millones de toneladas de residuos de construcción y demolición, de los cuales una parte considerable termina en botaderos informales o espacios públicos, afectando el entorno urbano. Asimismo, se estima que más de 7 millones de neumáticos fuera de uso son



desechados cada año sin un tratamiento adecuado (Ministerio de la Producción [PRODUCE], 2022). Estas cifras revelan la necesidad de implementar estrategias de reutilización de materiales en el ámbito constructivo. Investigaciones peruanas han demostrado que el uso de ladrillo triturado como agregado fino y de caucho de neumáticos como agregado grueso parcial puede mantener resistencias a compresión aceptables (20–25 MPa) y mejorar la absorción de impacto (Flores & Valdivia, 2021). Sin embargo, la ausencia de normativas nacionales específicas para concretos con agregados reciclados ha limitado su aplicación práctica. De esta forma, la presente investigación busca aportar evidencia científica sobre la incidencia del uso de materiales reciclados en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico, fortaleciendo la base técnica para una eventual inclusión de estas prácticas en las Normas Técnicas Peruanas (NTP E.060).

En el distrito de San Miguel, la expansión urbana, el incremento de edificaciones y las constantes remodelaciones generan un volumen creciente de residuos de construcción y demolición. Según la Municipalidad el distrito produce aproximadamente 12 000 toneladas anuales de escombros, de los cuales una gran parte corresponde a materiales cerámicos y de albañilería. Además, los talleres mecánicos y depósitos de llantas son fuentes permanentes de neumáticos en desuso que, en muchos casos, son abandonados en áreas periurbanas o quemados, ocasionando emisiones contaminantes (Luna & Pérez, 2024). En este contexto, resulta pertinente evaluar alternativas de valorización de estos residuos, integrándolos como materiales reciclados en el concreto hidráulico, con el propósito de reducir el impacto ambiental local. La variable independiente uso de materiales reciclados de ladrillos y neumáticos se convierte así en un factor de innovación para el desarrollo de concretos sostenibles, mientras que la variable dependiente propiedades mecánicas permitirá determinar la viabilidad técnica de su aplicación en obras civiles del distrito. Este estudio pretende contribuir a la política ambiental local y al fortalecimiento de la ingeniería civil sostenible



en San Miguel, proponiendo soluciones basadas en la ciencia y la reutilización eficiente de recursos.

2.2. Formulación del planteamiento del problema

2.2.1. Problema general

¿De qué manera el uso de materiales reciclados de ladrillos y neumáticos influye en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en el distrito de San Miguel, 2024?

2.2.2. Problema específico

1. ¿Cómo influye la incorporación de ladrillos reciclados como reemplazo parcial del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico?
2. ¿Cómo influye la incorporación de caucho de neumáticos reciclados como reemplazo parcial del agregado fino en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico?
3. ¿Cómo influye la incorporación de caucho de neumáticos reciclados como reemplazo parcial del agregado fino en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico?

2.3. Justificación de la investigación

2.3.1. Justificación técnica

Desde el punto de vista técnico, esta investigación busca evaluar la viabilidad estructural del concreto hidráulico elaborado con materiales reciclados, específicamente ladrillos triturados y caucho de neumáticos fuera de uso. Estos materiales constituyen una alternativa innovadora que reduce la dependencia de los agregados naturales sin comprometer la durabilidad ni la resistencia del hormigón. De acuerdo con las normas ASTM C39, C496 y C78, así como con la Norma Técnica Peruana E.060-Hormigón Armado, se determinará el efecto del uso de estos materiales de desecho en las propiedades mecánicas del material mediante ensayos de resistencia a la compresión, tracción y flexión. Los resultados proporcionarán criterios técnicos confiables para el



diseño de mezclas sostenibles, contribuyendo al desarrollo de materiales constructivos más eficientes y compatibles con las exigencias de la ingeniería civil moderna.

2.3.2. Justificación social

En el ámbito social, el estudio contribuye a promover una cultura de sostenibilidad y responsabilidad ambiental dentro del sector de la construcción, sensibilizando a la comunidad sobre la importancia de reutilizar los residuos sólidos generados por las actividades urbanas. La aplicación de materiales reciclados en la producción de concreto puede reducir los impactos negativos asociados al vertido inadecuado de escombros y neumáticos, mejorando la calidad de vida en el distrito de San Miguel. Asimismo, fomenta la participación ciudadana y la conciencia ecológica entre los profesionales, estudiantes y vecinos, impulsando prácticas constructivas más seguras y sostenibles. Este proyecto, por su carácter demostrativo, puede servir como modelo replicable para otros distritos urbanos del país, fortaleciendo el compromiso social de la ingeniería civil con el bienestar colectivo.

2.3.3. Justificación económica

Económicamente, el uso de materiales reciclados representa una estrategia viable para reducir costos de producción en la elaboración del concreto hidráulico, al sustituir parcialmente los agregados naturales por residuos de fácil acceso y bajo costo. La valorización de estos desechos permite optimizar recursos, disminuir gastos en transporte y disposición final, y fomentar el desarrollo de microempresas recicladoras locales, generando nuevas oportunidades de empleo. Además, la implementación de concretos sostenibles puede posicionar a las empresas constructoras dentro de un mercado competitivo y responsable, alineado con las tendencias globales de construcción verde. Por tanto, esta investigación no solo persigue un beneficio técnico, sino también una contribución tangible al desarrollo económico del sector y a la eficiencia en el uso de materiales.

2.3.4. Justificación ambiental

Desde la perspectiva ambiental, sólidos que actualmente representan un serio problema para la ciudad de Lima. Los ladrillos desechados y los neumáticos fuera de uso (NFU) son materiales que, al ser reciclados e incorporados en el concreto hidráulico, ayudan a disminuir la contaminación del suelo y del aire, así como a mitigar la sobreexplotación de canteras y ríos, referidos a la innovación industrial, ciudades sostenibles y consumo responsable. En consecuencia, el estudio aporta una alternativa ambientalmente viable que combina el avance tecnológico con la preservación de los recursos naturales y la reducción del impacto ecológico de la construcción en el distrito de San Miguel.

2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivo general

Determinar la influencia del uso de materiales reciclados de ladrillos y caucho de neumáticos como reemplazo parcial de los agregados naturales en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico, en el distrito de San Miguel, 2024.

2.4.2. Objetivos específicos

1. Evaluar la influencia de la incorporación de ladrillos reciclados del 20% como reemplazo parcial del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico.
2. Analizar la influencia de la incorporación de caucho de neumáticos reciclados en porcentajes de 5%, 10%, 15% como reemplazo parcial del agregado fino en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico.
3. Analizar la influencia de la incorporación de caucho de neumáticos reciclados en porcentajes de 5%, 10%, 15% como reemplazo parcial del agregado fino en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico.

2.5. Hipótesis

2.5.1. *Hipótesis general*

El uso de materiales reciclados de ladrillos y caucho de neumáticos como reemplazo parcial de los agregados naturales influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico.

2.5.2. *Hipótesis específicas*

1. La incorporación de ladrillos reciclados como reemplazo parcial del agregado grueso disminuye ligeramente la resistencia a la compresión del concreto hidráulico
2. La incorporación de caucho de neumáticos reciclados como reemplazo parcial del agregado fino reduce la resistencia a la compresión del concreto hidráulico,
3. La incorporación de caucho de neumáticos reciclados como reemplazo parcial del agregado fino mejora la resistencia a la flexión del concreto hidráulico

2.6. Variables e indicadores

2.6.1. *Conceptualización de variables*

Variable independiente

- Uso de materiales reciclados ladrillos y neumáticos

Variable dependiente

- Propiedades mecánicas del concreto

2.6.2. *Operacionalización de sus variables*

Tabla 1 *Operacionalización de variables*



Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
VI. Uso de materiales reciclados ladrillos y neumáticos	Proceso de incorporación de residuos sólidos reutilizables, como ladrillos y neumáticos triturados, en la fabricación de concreto hidráulico (Silva et al., 2020).	Inclusión porcentual de ladrillo reciclado y neumáticos reciclados en mezclas de concreto como reemplazo parcial de agregados naturales.	- Tipo de material reciclado	- 20% de ladrillo reciclado	Tamices Ficha de dosificación
			- Porcentaje de reemplazo	- 0%, 5%, 10%, 15% de neumático reciclado	
VD. Propiedades mecánicas del concreto	Comportamiento estructural del concreto ante esfuerzos de carga, medido a través de pruebas estandarizadas de laboratorio (Zapata & Vargas, 2021).	Resultados obtenidos en ensayos normalizados que evalúan el desempeño del concreto endurecido al aplicar cargas específicas en laboratorio.	- Resistencia a compresión - Resistencia a flexión - Trabajabilidad	- MPa a compresión - MPa a flexión - Asentamiento en pulgadas	Prensa hidráulica



CAPITULO II

MARCO TEORICO

3.1. Antecedentes del estudio

3.1.1. *Antecedentes internacionales*

Moreno et al., (2019), en su artículo científico titulado "Resistencia de concreto con agregado de bloque de arcilla triturado como reemplazo de agregado grueso" Este estudio tiene como objetivo evaluar la resistencia del hormigón cuando el árido grueso se sustituye completamente por bloques de arcilla triturada. Se han tenido en cuenta la durabilidad, la resistencia a la compresión, la porosidad, el módulo de elasticidad y la resistencia a la tracción indirecta del hormigón al analizar las implicaciones del uso de este material. Además, se presenta un estudio de caso de una prisión, en el que se examinó la resistencia a la compresión de una muestra tomada de una de las columnas internas del edificio. El análisis revela que existe información insuficiente sobre el impacto general de utilizar bloques de arcilla triturada como árido grueso en las diversas características del hormigón, tanto en estado fresco como después de su fraguado. Asimismo, se ha demostrado que el hormigón fabricado con partículas recicladas presenta una menor resistencia a la compresión.

Cantor et al., (2025), en su tema de investigación "Análisis de la influencia de materiales reciclados para la construcción sostenible en Latinoamérica" El objetivo de este estudio es evaluar la resistencia del hormigón cuando se utilizan bloques de arcilla triturada en lugar de árido grueso. Al examinar las consecuencias del uso de este

material, se consideraron la durabilidad, la resistencia a la compresión, la porosidad, el módulo de elasticidad y la resistencia a la tracción indirecta del hormigón. Además, se presenta un estudio de caso de una cárcel, donde se investigó la resistencia a la compresión de una muestra extraída de una de las columnas interiores de la estructura. La investigación muestra que no existen suficientes datos sobre los efectos generales de la utilización de bloques de arcilla triturada como árido grueso en las diferentes propiedades del hormigón, tanto en estado fresco como después del curado. Asimismo, se ha demostrado que el hormigón que contiene partículas recicladas presenta una menor resistencia a la compresión.

3.1.2. Antecedentes a nivel nacional

Vin, (2024), Su estudio evaluó cómo el caucho reciclado afectaba las características mecánicas y físicas del hormigón que había sido alterado mediante un aditivo plastificante, en particular la consistencia (asentamiento), la densidad, la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción. Para lograr esto, se añadió un aditivo plastificante (0,71% en peso de cemento) a una mezcla de hormigón normal ($f'_c = 245 \text{ kg/cm}^2$ 0% de caucho), y se tomaron en consideración sustituciones del 5% al 20% en peso de agregado fino. Los resultados demostraron que a medida que aumentaba el contenido de caucho, todas las métricas evaluadas disminuían gradualmente. Un reemplazo del 20% resultó en las mayores reducciones: 90,68% en asentamiento, 7,63% en densidad, 57,01% en resistencia a la compresión y 71,60% en resistencia a la tracción. Se determinó que, dependiendo del porcentaje de caucho, las mezclas son adecuadas para diversas aplicaciones: 5%

López, (2023) El objetivo principal de este estudio es evaluar la sustitución del árido grueso por ladrillo triturado, dada la necesidad de identificar soluciones tecnológicas y financieras viables para alcanzar, e incluso mejorar marginalmente, la resistencia a la compresión necesaria del hormigón. Se utilizó el método del comité ACI



211.1-91, el más utilizado en nuestro país, para sustituir una parte del árido grueso en la mezcla de hormigón con ladrillo triturado Lark. El 25%, el 30% y el 50% del volumen total correspondieron a ladrillo triturado Lark. Se obtuvieron tamaños de partícula de 3/4 y 1/2 pulgadas triturando el ladrillo Lark a mano y con una trituradora, respectivamente. Estos resultados se compararon con una mezcla de hormigón convencional sin ladrillo.

Según, Mogollón (2020), El objetivo fue comparar las características del concreto fresco y endurecido elaborado con ladrillos de dos fábricas artesanales de la región de Piura, sustituyendo experimentalmente el agregado grueso por ladrillo triturado. En el diseño de la mezcla del programa experimental se utilizó el enfoque ACI-211.1 para una relación agua/cemento de 0.54. Dado que la absorción es lo que distingue a las diferentes fábricas, se empleó ladrillo triturado de La Huaca y Cerro Mocho en estado seco con tres sustituciones parciales del agregado grueso en peso: 5%, 10% y 20%. El tamaño del ladrillo varió desde una pulgada hasta el tamiz n.º 8. Se evaluaron la trabajabilidad, el peso unitario y el contenido de aire del concreto fresco, junto con sus resistencias a compresión, tracción y flexión, y su absorción.

Farfán, (2020), El objetivo principal era utilizar hormigón reciclado, que ofrece una alternativa para maximizar y reducir drásticamente el consumo de recursos durante el proceso de fabricación. Utilizando un 5%, 10% y 15% de caucho reciclado en su composición, se evaluaron las resistencias a compresión y flexión del hormigón de 210 kg/cm² tratado con un aditivo plastificante a los 7, 14 y 28 días. Hubo dos grupos de control con y sin aditivo plastificante, así como tres grupos experimentales que utilizaron caucho reciclado y aditivo plastificante. Con un 5% y un 10% de caucho, respectivamente, los valores máximos de resistencia a compresión fueron de 218,45 kg/cm² y 212,33 kg/cm². Con un 10% de caucho, la mayor resistencia a flexión alcanzada fue de 81,86 kg/cm². A pesar de la pérdida significativa de resistencia

mecánica, el caucho reciclado resultó ser un excelente agregado para su uso en mezclas de hormigón. Pero añadir

3.1.3. Antecedentes a nivel regional o local

Soncco, (2022), El objetivo fue determinar las propiedades físicas de los agregados finos reciclados y la resistencia del concreto construido total o parcialmente con dichos agregados. Utilizando la norma ACI 211 del Instituto Americano del Concreto (ACI) para el diseño de mezclas y la Norma Técnica Nacional (NTP) del Perú para la caracterización física de los agregados, se realizó un análisis cuantitativo, descriptivo y transversal. Se crearon doce tipos de mezcla con relaciones agua/cemento de 0,62, 0,55 y 0,48, utilizando agregados finos reciclados en porcentajes del 100%, 67%, 33% y 0%. Se ensayaron muestras de concreto para determinar su resistencia a la compresión. Los resultados demostraron que los agregados finos reciclados presentaban propiedades físicas distintivas, incluyendo una unidad suelta, un módulo de finura un 52% mayor, una absorción superior al 67% y una distribución del tamaño de partícula fuera de los rangos permitidos.

Vilca, (2022), Su objetivo principal es determinar cómo varían las características mecánicas y físicas del concreto tratado con residuos de caucho y plástico en zonas altoandinas, Juliaca-Puno 2021. La técnica científica empleada fue de tipo Aplicada, con un nivel explicativo y un diseño experimental. Se sugirió un concreto normal con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para este propósito, así como concretos modificados con caucho y plástico reciclados, reemplazando el 5% (3% de caucho y 2% de plástico), 10% (6% de caucho y 4% de plástico) y 15% (9% de caucho y 6% de plástico) del volumen de agregado grueso. Se obtuvieron los siguientes resultados: El cambio del 5% produjo el mejor asentamiento a 6 cm, mientras que la modificación del 15% produjo la menor densidad a 2273 kg/m^3 .

Por su parte, Condori, (2024) Este estudio evaluó los efectos de cantidades variables de agregado fino reciclado de concreto en las características de ladrillos artesanales. Se empleó una estrategia aplicada y un nivel explicativo en el diseño experimental. Los ladrillos artesanales de San Román son de color naranja y tienen una textura rugosa. Con una deformación de menos de 1 mm y una absorción de 17,24 % y una succión de 18,26 g/200 cm²/min, los resultados demostraron una buena estabilidad dimensional. Para uso en construcción, la resistencia a la compresión fue de 46,91 kg/cm² y 32,53 kg/cm² en pilas. Las características mecánicas y físicas de los ladrillos se vieron afectadas por la adición de agregado fino reciclado en porcentajes de 8 %, 16 %, 24 % y 32 %. Con un 32 % de agregado reciclado, la absorción aumentó al 24 %, pero el color y la textura se mantuvieron iguales.

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Concreto

Los agregados se unen formando una matriz sólida mediante cemento. El hormigón obtiene su resistencia y durabilidad de la hidratación del cemento en agua, un proceso exotérmico que produce cristales que mantienen unidas las partículas. Edificios, puentes, carreteras, presas, aceras y muchas otras construcciones se realizan con hormigón. Su uso está muy extendido en la construcción debido a su bajo costo y sencillez de producción.

3.2.1.1. Generalidades

En una vivienda o para el tránsito de personas y vehículos, el hormigón ofrece estabilidad y rigidez, creando una superficie cómoda. Además, resulta útil para evacuaciones frecuentes en entradas de vehículos, accesos y aceras exteriores. El hormigón convencional o de uso común se elabora mezclando varios ingredientes como cemento, agua y áridos. En ocasiones, se añade un aditivo, un cuarto componente.

La combinación de estos elementos da como resultado un compuesto plástico que se comprime y moldea fácilmente. Sin embargo, con el paso del tiempo, pierde esta cualidad y se solidifica, perdiendo su apariencia y propiedades de resistencia para convertirse en lo que conocemos como rigidez del hormigón. Una muestra típica de hormigón común muestra un conjunto de partículas de roca medidas con precisión dispersas en un hormigón ordinario.

3.2.1.2. Propiedades generales del concreto

A. Trabajabilidad

La trabajabilidad del hormigón se refiere a la facilidad con la que se puede manipular, colocar y compactar el hormigón fresco durante la construcción. Dado que influye en la facilidad con la que los trabajadores pueden verter, extender y dar forma al hormigón según sea necesario, es una característica importante.

Algunos de los elementos que modifican el hormigón son los siguientes:

Relación agua-cemento: Si bien añadir agua a la mezcla de hormigón puede facilitar su manipulación, a la larga puede debilitarla. El objetivo suele ser encontrar un equilibrio entre una mezcla suficientemente fluida para ser trabajable y una proporción agua-cemento que garantice la resistencia requerida. Mientras que los áridos de mayor tamaño suelen necesitar más agua para lubricarlos y facilitar el trabajo de la mezcla, las partículas más pequeñas pueden requerir menos agua, pero esto afecta a la resistencia y la textura superficial del hormigón.

Consistencia de la mezcla: La trabajabilidad del hormigón está influenciada por su consistencia, que puede ser húmeda y fluida o seca y compacta. La consistencia ideal depende del tipo de edificio y del equipo utilizado para manipularlo.

Aditivos: El asentamiento se puede modificar y mejorar mediante el uso de aditivos como retardadores o superplastificantes. Los superplastificantes, por ejemplo,



facilitan el trabajo al hacer que el hormigón sea más fluido sin añadir más líquido a la mezcla.

El método de colocación del concreto y el equipo utilizado: La trabajabilidad, la facilidad de manipulación y el moldeado del hormigón fresco pueden verse influenciados por el equipo utilizado, como bombas o vibradores, así como por la técnica de colocación, como el vertido, el bombeo o el hormigón proyectado.

En resumen, la consistencia de la mezcla, el uso de aditivos, la técnica de colocación y el equipo empleado afectan a su manipulación durante la construcción.

B. Peso unitario

El peso del hormigón está determinado por la densidad de sus elementos constituyentes. Sin embargo, el hormigón suele pesar entre 2200 y 2500 kg/m³, o entre 140 y 156 libras por pie cúbico (lb/ft³).

Este rango varía en función de varios factores:

La densidad influye directamente en el peso unitario. Por ejemplo, el uso de materiales más densos, como la grava, puede resultar en un mayor peso unitario del hormigón, mientras que el uso de partículas más ligeras, como los agregados ligeros, puede resultar en un menor peso unitario.

Relación agua-cemento: Los cambios en la densidad y la compactación del hormigón pueden tener un impacto en su peso unitario.

Contenido de aire: La cantidad de aire atrapado en una mezcla de concreto puede influir en su densidad percibida. El aire atrapado puede reducir la densidad del concreto, a la vez que lo hace más resistente a la congelación y descongelación.

Contenido de cemento y aditivos: La cantidad de cemento y los aditivos utilizados pueden influir en el peso unitario.

Dado que afecta la carga que debe soportar la estructura, así como las necesidades de transporte y manipulación durante la construcción, el peso unitario del hormigón es un factor importante a considerar en la planificación y construcción de estructuras.

C. Permeabilidad

La capacidad del hormigón para permitir el paso de líquidos, gases o vapores a través de su estructura se conoce como permeabilidad. Una baja permeabilidad resulta ventajosa en muchas aplicaciones constructivas, ya que impide la penetración de agentes agresivos como agua, productos químicos y gases corrosivos.

La ley de Darcy se aplica cuando el flujo es continuo y laminar. La diferencia de presión entre las dos secciones opuestas del componente, indicada por la medición de la tasa de filtración, donde el flujo es constante, es lo que permite que el hormigón deje pasar un fluido (aire, agua, vapor de agua o iones) sin dañar su estructura interna (Abanto, 2009).

D. Resistencia del concreto a fuerzas extremas

Diversos factores, como los materiales adecuados, el diseño estructural, el proceso de colocación y curado, y las condiciones climáticas, influyen en la resistencia a altas presiones, como cargas de compresión, tracción, flexión, corte, impacto y vibración.

Para lograr la máxima resistencia del hormigón, la relación agua/cemento es crucial. Una menor relación agua/cemento produce una matriz más densa con menor porosidad, lo que generalmente resulta en una mayor resistencia.

Calidad de los materiales: Los materiales utilizados, como el agua, los áridos y el cemento, tienen un gran impacto en la resistencia del hormigón. Los áridos de alta

calidad y un cemento curado adecuadamente pueden aumentar la tenacidad y la durabilidad.

Diversos elementos, como los materiales adecuados, el diseño estructural, el proceso de colocación y curado, y las condiciones climáticas, influyen en la resistencia a altas presiones, como cargas de compresión, tracción, flexión, corte, impacto y vibración.

Para lograr la máxima resistencia del hormigón, la relación agua/cemento es crucial. Una menor relación agua/cemento produce una matriz más densa con menor porosidad, lo que generalmente resulta en una mayor resistencia.

Calidad de los materiales: Los materiales utilizados, como el agua, los áridos y el cemento, tienen un gran impacto en la resistencia del hormigón. Los áridos de alta calidad y un cemento curado adecuadamente pueden aumentar la tenacidad y la durabilidad. Diseño estructural: Las cargas previstas deben distribuirse uniformemente en toda la estructura mediante el diseño estructural. Una estructura bien diseñada puede fortalecer el hormigón, lo que reduce la probabilidad de fallos. La construcción de carreteras se ve frecuentemente afectada por este factor.

E. Durabilidad del concreto

Agentes agresivos e intrusión de agua: El agua es una de las principales sustancias que pueden debilitar la durabilidad del hormigón. La penetración de agua puede provocar lixiviación de componentes de hormigón, corrosión del refuerzo de acero, deterioro por congelación y descongelación y otros tipos de daños. Además del agua, el hormigón puede resultar dañado por ácidos, sulfatos, cloruros, dióxido de carbono y otras sustancias agresivas.

La durabilidad del hormigón se puede aumentar considerablemente mediante un procedimiento de curado adecuado. Una relación agua-cemento más baja disminuye la permeabilidad y la susceptibilidad a la degradación, lo que da como resultado una matriz

más densa y menos porosa. Calidad del material: Para que el hormigón sea duradero, se necesitan cemento, áridos y agua de alta calidad. Los áridos contaminados o de mala calidad pueden tener los peores efectos perjudiciales. De manera similar, el calibre del cemento y los aditivos utilizados pueden afectar

Diseño y construcción adecuados: Un diseño y una construcción adecuados son cruciales para garantizar la durabilidad del hormigón. Esto implica elegir las mezclas de hormigón apropiadas, considerar las condiciones ambientales regionales, respetar los procedimientos de producción y emplear técnicas de construcción que minimicen los daños. Mantenimiento y reparación oportunos: Un programa de mantenimiento adecuado, que incluya inspecciones rutinarias y reparaciones inmediatas de cualquier daño o deterioro, permite que el hormigón dure más y evita problemas mayores a largo plazo.

3.2.1.3. Materiales constituyentes del concreto

A. Cemento

Generalmente de color gris, el cemento es un polvo que, al combinarse con agua, forma una pasta que se solidifica gradualmente y adquiere propiedades cohesivas y adhesivas. El cemento es el aglutinante que se utiliza principalmente para elaborar mortero y hormigón. Esto lo hace ideal para unir materiales de construcción como piedra, ladrillo y otros agregados.

Aunque existen otras variedades de cemento, el cemento Portland es el más conocido debido a su parecido con la caliza de Portland, que se utiliza en Inglaterra. En un horno rotatorio, se combinan materias primas como arcilla y caliza, se calcinan a altas temperaturas y luego se muelen hasta obtener un polvo fino para crear el cemento Portland. Se añade yeso al cemento Portland durante la molienda para acortar el tiempo de fraguado. Se emplean tiempos de cocción, temperaturas y materias primas específicas.

Figura 1

Proceso de fabricación del cemento



Nota. Se muestra el proceso de la elaboración del cemento, adaptado de “cemento yura” <https://www.yura.com.pe/archivos-importancia/proceso-productivo/>

TIPOS DE CEMENTO

Resistencia, durabilidad, tiempo de fraguado y entorno de uso previsto son solo algunas de las características constructivas que cada variedad de cemento debe cumplir. A continuación, se describen algunas de las variedades de cemento más populares.

A, El cemento Portland ordinario (OPC):

el edificio. Viene en varias resistencias a los 28 días de edad, como OPC-33, OPC-43 y OPC-53, que muestran la resistencia a la compresión del cemento en megapascuales (MPa).

B. El cemento Portland de alta resistencia inicial (HPC):

En comparación con el cemento Portland ordinario (OPC), este tipo de cemento Portland tiene una mayor resistencia inicial. Es útil para trabajos que requieren resistencia temprana y fraguado rápido.

Cemento Portland de fraguado rápido: Como su nombre lo indica, este tipo de cemento fragua más rápido que el OPC. Se beneficia de él en aplicaciones que requieren una puesta en marcha rápida.

C. Cemento Portland de bajo calor de hidratación:

Las grandes construcciones de hormigón son un ejemplo de aplicaciones donde este tipo de cemento resulta apropiado para reducir el riesgo de agrietamiento por calor. Esto se debe a que, en comparación con el cemento Portland ordinario (OPC), genera menos calor durante el proceso de hidratación.

D. Cemento Portland resistente a sulfatos (SRC):

El SRC se utiliza con frecuencia en proyectos de construcción donde se prevé la presencia de sulfatos, ya que está diseñado para resistir la corrosión provocada por la exposición a sulfatos en el suelo o el agua.

E. Cemento puzolánico (PPC):

Las cenizas volantes y otros aditivos puzolánicos se utilizan en el cemento para mejorar sus propiedades. Se emplean para aumentar la durabilidad del hormigón y reducir la reacción álcali-sílice.

Estos son los tipos que se utilizan en la construcción. Cada uno posee características distintivas que lo hacen adecuado para usos y entornos específicos. Los requisitos determinan cuál es la mejor opción.

Figura 2

Tipos de cemento

TIPOS DE CEMENTO

TIPO I.**PARA USO GENERAL****TIPO II.****MODERADA RESISTENCIA A SULFATOS****TIPO III.****ALTA RESISTENCIA INICIAL****TIPO IV.****BAJO CALOR DE HIDRATACIÓN****TIPO V.****RESISTENCIA A LOS SULFATOS**

Nota. Se muestra tipos de cemento, adaptado de "ingeniería civil"

<https://alicaresp.com/2022/03/01/tipos-de-cemento-portland/>

3.2.1.4. Componentes físicos del cemento

A. Finura de molienda

La finura del cemento describe la cantidad de cemento que se ha molido hasta convertirlo en partículas más pequeñas durante el proceso de molienda. Dos técnicas más sencillas son el método Blaine y el método de tamizado. El cemento debe tamizarse a través de tamices de diferentes diámetros de malla. El flujo de cemento en cada tamiz se controla y se expresa como un porcentaje del peso total del cemento. A medida que aumenta el tamaño de las partículas, también aumenta la finura del cemento.

B. Grado de finura

El valor del hormigón varía según la finura del cemento. Su rigidez aumenta considerablemente más rápido al añadir cemento, y además ofrece una conservación superior, cumpliendo con mayor rapidez los requisitos de producción.

C. Superficie específica

Se puede medir con el permeámetro de Blaine o mediante el método del tamizado. Al medir la presión necesaria para que el aire atravesase una muestra de cemento compactado, el permeámetro de Blaine calcula la superficie específica del

cemento. Con la presión necesaria, la superficie específica del cemento aumenta, lo que lo hace más fino.

3.2.1.5. Componentes químicos de los cementos

Los cementos, particularmente se componen de distintas materias:

A. Silicato tricálcico (C3S):

El ingrediente principal del cemento Portland tiene un gran impacto en su resistencia inicial. El silicato tricálcico provoca que el cemento se hidrate y solidifique rápidamente.

B. Silicato dicálcico (C2S):

Este es otro elemento esencial del cemento Portland que contribuye a su durabilidad a largo plazo. A pesar de hidratarse más lentamente que el C3S, el silicato dicálcico es crucial para la resistencia final del hormigón.

C. Aluminato tricálcico (C3A):

Debido a su reactividad con el yeso, puede provocar que el hormigón fragüe y se expanda rápidamente, incluso si ayuda a aumentar la resistencia inicial del cemento.

D. El ferrito tetracálcico (C4AF):

La resistencia del cemento apenas mejora. Además de generar una cantidad considerable de calor (100 cal/g), se hidrata rápidamente, pero más lentamente que el aluminato. Por ello, algunos cementos presentan un tono gris verdoso.

Para evitar reacciones perjudiciales entre el cemento y determinados componentes del hormigón, este volumen suele modificarse. En consecuencia, se creó un requisito químico facultativo que tiene en cuenta todas las clases de componentes.

3.2.2. Agregados

La resistencia, durabilidad y otras cualidades del hormigón dependen de los áridos. La elección adecuada de los áridos depende de las particularidades del proyecto, los criterios locales y las necesidades de rendimiento del hormigón. Estos forman una estructura sólida al unirse como una masa de cemento. Su calidad influye considerablemente en el producto final, ya que constituyen aproximadamente la mitad del total. (Abanto, 2009)

Excelente trabajabilidad. Se ha demostrado que las partículas deben conectarse casi por completo, lo que significa que el árido se mantiene unido gracias al contenido de cemento y que las partículas más pequeñas deben cubrir las áreas más extensas.

A. Agregados finos

Esto describe las sustancias que quedan retenidas en un tamiz de malla 200 después de pasar por un tamiz de 4,75 mm (3/16 de pulgada). Es un componente crucial del hormigón y se utiliza principalmente para rellenar los espacios entre los gránulos de cemento y los agregados gruesos en la mezcla de hormigón.

Algunos ejemplos típicos de agregados finos incluyen:

- **Arena natural:** Proviene de fuentes naturales como playas, ríos y depósitos de arena. La arena natural se clasifica según su origen y tamaño de partícula y se utiliza ampliamente en la construcción.
- **Arena triturada,** También conocida como arena de cantera, se obtiene triturando piedra natural como basalto, granito o cuarcita hasta obtener partículas de tamaños específicos. La arena triturada puede mejorar la resistencia del hormigón debido a la forma angular de sus partículas, aunque puede ser más cara que la arena natural.

- **La arena fabricada,** Se obtiene triturando rocas duras como granito, caliza o basalto y tamizándolas para conseguir el tamaño de partícula adecuado. A veces se la denomina arena manufacturada. Debido a que la arena manufacturada puede ofrecer cualidades controladas y homogéneas, se utiliza comúnmente en aplicaciones que requieren alta calidad y consistencia en el hormigón.

La elección de la mezcla de hormigón fino está influenciada por consideraciones económicas y ambientales, los criterios del proyecto y la disponibilidad local. El objetivo es garantizar un rendimiento óptimo del hormigón en la aplicación prevista, cumpliendo con los criterios necesarios.

Composición

Además de crearse artificialmente mediante técnicas de trituración, el árido fino se elabora a partir de arena natural extraída de canteras aluviales. Las partículas carecen de partes delgadas, planas o alargadas y suelen tener forma esférica o cúbica. Por lo tanto, para crear arena natural, las partículas de roca deben ser puras, firmes y duraderas.

Para crear árido fino artificial, deben evitarse las rocas fracturadas en fragmentos laminares, alargados o planos, y que no estén libres de los impactos de la maquinaria empleada.

Calidad

Los siguientes valores, expresados como porcentajes en peso, no pueden ser superados por el peso máximo de materiales peligrosos:

Tabla 2

Porcentaje en peso de materias dañinas

Sustancia	Normativa	Marg Máx. (%)
Material fino pasa malla N°200	ASTMC-117	3.00%

Blandos	ASTMC-123	1.00%
Grumos de arcilla	ASTMC-142	1.00%
Sustancias malas		2.00%
Deteriorización	ASTMC-88, SO3	10.00%

Nota: Elaboración propia

B. Agregado grueso

El árido grueso, definido como fragmentos de roca, grava o piedra triturada con tamaños de partícula que oscilan entre más de 4,75 mm (3/16 de pulgada) y más de 50 mm (2 pulgadas), es otro componente crucial del hormigón. Este tipo de árido es el que le confiere resistencia y forma su estructura.

El tipo de árido grueso utilizado depende de la disponibilidad local, los requisitos del proyecto y las consideraciones ambientales y económicas. El árido grueso debe ser de la más alta calidad y cumplir con los requisitos necesarios para garantizar el mejor rendimiento posible del hormigón en la aplicación prevista.

Figura 3

Agregados



Nota. Se muestra diferentes tipos de agregados, adaptado de "Materiales y construcciones" <http://materialesII2016alejandravelasco.blogspot.com/2016/03/grava-en-el-concreto.html>

Composición

Entre los agregados gruesos típicos se encuentran, por ejemplo:

La grava es un agregado natural compuesto por fragmentos de roca redondeados, generalmente procedentes de glaciares o ríos. La grava se clasifica por tamaños según el diámetro mayor de sus partículas.

- **Piedra triturada:** Rocas duras como el granito, la caliza, el basalto o la dolomita se trituran en trozos precisos para formar piedra triturada. En la construcción se utiliza con frecuencia piedra triturada, que puede tener formas redondeadas o angulares según el método de trituración.
- **Escoria de alto horno:** La escoria de los altos hornos puede aumentar la dilatación térmica. Además, es menos costosa que otros áridos gruesos.

Calidad

La norma ASTM C-33 se exige con frecuencia para los agregados gruesos. Los parámetros de esta norma varían en cada país, ya que se aplica según el territorio en el que se utiliza. En el momento de su publicación, los porcentajes de elementos dañados en cada segmento de agregado grueso eran los siguientes:

Tabla 3

Porciones de elementos deteriorados del agregado grueso

Sustancia	Normativa	Margen Máx. (%)
Pasante por el N°200	ASTMC-117	Máximo 0.51
Material ligero	ASTMC123	Máximo 1.01
Grumos	ASTMC-142	Máximo 0.55
Sustancias malas	-	Máximo 1.00

Pérdida	ASTMC-88, Na ₂ SO ₃	Máximo 12.00
Pérdida por ensayo de Abrasión de los Ángeles	ASTM C-131, C- 535	Máximo 40

Nota: Recopilado repositorio UANCV

C. Agua

Además de ser un componente de la mezcla de concreto, el agua tiene otras dos aplicaciones. Es recomendable tener en cuenta las cualidades necesarias para cada caso, aunque las aplicaciones difieran en ambos. La función del agua en la producción de concreto óptimo se menciona en las especificaciones del concreto, enfatizando su importancia. Para evitar subestimar este segundo uso, también se recomienda que el agua utilizada para el curado provenga de la misma fuente o de una comparable.

Cuando se utiliza como componente común del concreto, debe constituir entre el 10% y el 25% de la masa del concreto recién mezclado. El espesor necesario determina este porcentaje. Sin confirmación previa, se presume que el agua es potable y adecuada para el diseño y la producción de concreto. Pero en ciertas circunstancias.

La disponibilidad de agua no se ve afectada por esto, aunque podría no ser apropiado. Sin embargo, si el agua no potable cumple con los requisitos mínimos de calidad de las normas, podría ser más práctico usarla para fabricar hormigón.

Requisitos de calidad

El aspecto bacteriológico no guarda relación con la cantidad de agua necesaria para la mezcla y el diseño del hormigón.

Cualidades fisicoquímicas: La cantidad de agua debe ser el componente principal en cuanto a las propiedades físicas y químicas, evitando sustancias e impurezas de

aspecto común, como compuestos resistentes diluidos, sales inorgánicas (como sulfatos y cloruros), etc.

No obstante, existe consenso en que no deben estar presentes materiales peligrosos, como azúcares, ácidos, grasas y aceites. Por lo tanto, es necesario confirmar que el suministro de agua potable cumpla con los estándares químicos y físicos establecidos en la normativa específica para aguas no potables. En cuanto a los parámetros aceptables para la producción de componentes de hormigón pretensado, existen consideraciones más importantes. Los parámetros aceptables están sujetos a directrices más estrictas.

3.2.3. Materiales no biodegradables

3.2.3.1. Neumáticos reciclados

Los neumáticos al final de su vida útil (ELT, por sus siglas en inglés) se procesan mecánicamente mediante fases de trituración, separación y clasificación por tamaño de partícula para producir neumáticos reciclados, un material granular que puede utilizarse como materia prima en diversas aplicaciones industriales, como la producción de hormigón sostenible. Están compuestos de acero, negro de humo, caucho sintético y caucho natural, componentes que contribuyen a su gran resistencia al desgaste, durabilidad y flexibilidad (Cruz y Andrade, 2020).

Los neumáticos reciclados son valiosos subproductos derivados de neumáticos usados que se trituran y muelen en condiciones controladas para crear áridos alternativos que pueden utilizarse en materiales compuestos, mezclas de hormigón o asfalto. Este tipo de residuos recuperados ayuda a mitigar el daño ambiental causado por la eliminación inadecuada de neumáticos y facilita su integración parcial en el medio ambiente. (Gómez & Martínez, 2021)



Esto es simplemente falso; se trata de una sustancia aditiva recubierta con una capa de lona. Para fabricar neumáticos se combinan multitud de sustancias, tanto sintéticas como naturales.

Piénsese por un momento en la función que debe cumplir un neumático. Debe ser lo suficientemente flexible para soportar cargas pesadas y tolerar diversas deformaciones. La grasa, el aceite, el oxígeno y la exposición al sol son ejemplos de los factores climáticos que debe resistir. Para lograr todas estas cualidades y convertirlo en un producto práctico y eficiente, se deben combinar varios ingredientes con la sustancia aditiva.

3.2.3.2. Negro de humo

Se trata de un negro de humo que se genera cuando los compuestos aromáticos en recipientes planos se queman de forma incompleta. Su amplia distribución de partículas, que puede alcanzar hasta 100 nanómetros, permite identificarlo.

3.2.3.3. Azufre

Su función es vulcanizar, o "curar", el aditivo para que se convierta en un producto útil. Además, buscan que las secuencias de moléculas del aditivo formen redes durante la etapa de vulcanización posterior, lo que dará como resultado un caucho elástico.

Este proceso se conoce en química como formación de puentes de azufre. Cuando el azufre se funde, se crea un líquido circulante que contiene S₈. Por otro lado, al calentarse, adquiere un ligero color rojizo y se vuelve más viscoso. El "azufre plástico", un material elástico con una resistencia similar a la del caucho, se crea al enfriar rápidamente este líquido pegajoso. Este material pierde gradualmente su flexibilidad porque está compuesto por secuencias que no pudieron reorganizarse para formar las moléculas de S₈.

3.2.3.4. Cementos

Durante el proceso de construcción se utilizan cementos plásticos artificiales para mejorar la cohesión entre los componentes.

3.2.3.5. Fibras de Rayón y Acero

Es una combinación de componentes, y la lona está destinada a fortalecer el neumático para que sirva como una segunda línea de defensa en caso de que el aditivo supere la tensión.

3.2.3.6. Aditivo Sintético y Natural

Estos componentes son esenciales para la producción de neumáticos, y el producto final se ve muy influenciado por la forma en que se combinan los valores de estos dos aditivos. El aditivo artificial se elabora mediante el método de hidrocarburos. A pesar de ello, el desgaste del neumático provoca un bajo agarre en condiciones de humedad y una buena resistencia a la rodadura. Por consiguiente, se utiliza junto con otras sustancias presentes en zonas tropicales.

3.2.3.7. Antioxidantes y anti-ozonantes

Para proteger el neumático de los efectos dañinos del sol, se añaden estas combinaciones..

3.2.3.8. Aceites y Grasas

En otras palabras, se emplean en el proceso de producción para ayudar a integrar todos los componentes y aumentar la adaptabilidad del compuesto a la mezcla. De manera similar, el aceite mejora el agarre de los neumáticos y suaviza el compuesto final, lo que mejora la precisión en las curvas y maximiza el rendimiento de los neumáticos.

Figura 4*Partes de una llanta*

Nota: se muestra las partes de una llanta adaptado de "therewhells (2021)"
<https://revistartt.cl/sabes-cuales-son-las-partes-de-un-neumatico/>

3.2.4. *Materiales Constituyentes*

3.2.4.1.1. *Propiedades del material de llantas*

- **Elasticidad:** Al aplicar fuerza, los neumáticos pueden deformarse y recuperar su forma original gracias a la elasticidad del aditivo que contienen. Esta característica es esencial para una conducción suave y cómoda, así como para absorber impactos y vibraciones.
- **Resistencia al desgaste:** El material debe ser resistente al desgaste para garantizar una larga vida útil del neumático, especialmente en carreteras abrasivas o en condiciones de conducción exigentes. La banda de rodadura está diseñada para resistir el deterioro causado por el contacto con la carretera. Gracias a la adaptabilidad del aditivo, los neumáticos ofrecen tracción y agarre en diversas condiciones de conducción y tipos de superficie.
- **Estabilidad térmica:** El material utilizado para fabricar neumáticos debe ser capaz de soportar un amplio rango de temperaturas sin perder sus propiedades mecánicas. Esto es especialmente importante en climas extremadamente

cálidos o fríos, donde las temperaturas pueden afectar el rendimiento de los neumáticos.

- **Resistencia a la deformación permanente:** Los neumáticos deben ser capaces de tolerar la deformación a largo plazo provocada por cargas excesivas, presión de aire incorrecta o condiciones de conducción desfavorables. La carcasa y los refuerzos internos están diseñados para fortalecer la estructura y evitar deformaciones irreversibles.
- **Adherencia:** El material del neumático debe adherirse correctamente a la superficie de la carretera para ofrecer suficiente agarre y tracción, especialmente en condiciones de lluvia o superficies resbaladizas.
- **Durabilidad:** Los materiales de los neumáticos deben ser duraderos y resistentes al desgaste para proporcionar una larga vida útil y un rendimiento constante a lo largo del tiempo.

3.2.4.2. Mecánica:

Las características básicas de los materiales de los neumáticos determinan su rendimiento, seguridad y durabilidad en diversas situaciones y usos. Es importante recordar que los neumáticos se fabrican conforme a normas específicas del sector y que su uso y mantenimiento regulares son necesarios para garantizar una conducción segura y un rendimiento óptimo.

3.2.4.3. Problemas ambientales derivados de su mala disposición

La eliminación inadecuada de neumáticos puede acarrear numerosos problemas medioambientales graves. Entre las consecuencias negativas más frecuentes se encuentran:

- **Contaminación del suelo:** Los metales pesados y los productos químicos derivados de los aditivos se encuentran entre las sustancias peligrosas y contaminantes que pueden filtrarse al suelo y dañar su calidad cuando los

neumáticos desechados se acumulan en vertederos ilegales o lugares de eliminación inadecuados. Como consecuencia, la ecología y la agricultura locales pueden verse perjudicadas.

- **Contaminación del agua:** Los neumáticos desechados pueden acumular agua de lluvia y atraer mosquitos y otros insectos que transmiten enfermedades. Además, las aguas superficiales y subterráneas cercanas pueden contaminarse con sustancias químicas que se filtran de los neumáticos, lo que podría tener un efecto perjudicial en los ecosistemas acuáticos y en la calidad del agua potable.
- **Incendios:** Los montones de neumáticos pueden provocar incendios difíciles de extinguir. Estos incendios liberan humo tóxico y sustancias químicas a la atmósfera, poniendo en peligro tanto la salud humana como el medio ambiente.
- **Hábitats para mosquitos y roedores:** Los neumáticos que se desechan aumentan el peligro, ya que proporcionan a las ratas y a los mosquitos un lugar donde vivir y reproducirse.
- **Daños estéticos y turísticos:** La acumulación de neumáticos abandonados en regiones o paisajes naturales puede tener un efecto perjudicial en la apariencia de la zona y reducir su atractivo turístico.

Implementar prácticas de gestión adecuadas para la recolección, el transporte, el almacenamiento y el reciclaje de neumáticos usados es fundamental para abordar estos problemas ambientales. Las iniciativas de reciclaje, las leyes y políticas de gestión de residuos, las campañas de concientización pública y la colaboración entre comunidades locales, empresas y gobiernos son algunos ejemplos de ello. Los efectos perjudiciales de la eliminación incorrecta de neumáticos pueden mitigarse en gran medida mediante su reciclaje para la creación de nuevos productos, como energía, productos de ladrillo reciclado y asfalto modificado con aditivos.

Figura 5

Combustión masiva en llantas



Nota: Quema masiva de llantas adaptado de “el informador”
<https://www.informador.mx/Tecnologia/La-quema-de-llantas-principal-factor-de-contaminacion-ambiental-20151126-0042.html>

3.2.4.4. Formas de reciclaje actuales

Reutilización de llantas usadas: Las llantas usadas y en buen estado se pueden vender para su uso en autos usados o reciclar para autos nuevos. Esto reduce la cantidad de llantas desechadas y prolonga su vida útil.

En el reciclaje mecánico, las llantas se cortan en trozos pequeños con maquinaria especializada. Con estos trozos se pueden fabricar alfombras, pozos de goma, recursos para regenerar paisajes, superficies de juego y otros artículos.

- **Reciclaje químico:** Esta técnica utiliza la gasificación o pirólisis para descomponer los neumáticos usados en sus componentes, incluyendo carbono, gas y aceite. Estos subproductos pueden utilizarse como materias primas para otros productos, químicos o combustibles.
- **Asfalto modificado con aditivo:** Para mejorar las propiedades del pavimento, se pueden incorporar a la mezcla asfáltica gránulos de ladrillo reciclado

provenientes de neumáticos viejos. Este aditivo hace que el asfalto absorba mejor el ruido y sea menos propenso a agrietarse.

- **Reciclaje de energía:** Los neumáticos usados pueden utilizarse como combustible en plantas de reciclaje de residuos o centrales eléctricas. En condiciones controladas, pueden quemarse para generar electricidad y calor para diversos usos domésticos y comerciales.
- **Reciclaje de productos de aditivo:** A partir de los gránulos de ladrillo reciclado procedentes de neumáticos usados, se puede fabricar una amplia gama de productos, como adoquines, suelos de caucho, productos de aislamiento acústico y antivibratorio, y rellenos para amortiguadores.

Para potenciar la reutilización de los neumáticos usados y reducir su impacto ambiental, es fundamental apoyar e impulsar el desarrollo de nuevas tecnologías y procedimientos de reciclaje. Asimismo, la sensibilización y la participación ciudadana en las iniciativas de reciclaje de neumáticos son cruciales para el éxito y la contribución a la sostenibilidad ambiental.

3.2.4.5. Estadísticas de generación de desecho derivados de las llantas

En Perú, no existe un sistema adecuado para registrar la producción de desechos, lo que resulta en que el país no da mucha importancia a los problemas ambientales. Según la DIGESA, la compra nacional de neumáticos en Perú en 2006 fue de alrededor de 2,4 millones de unidades al año, con una utilidad de 2 años para cada neumático. De manera similar, al calcular la cantidad de neumáticos que llegan a los botaderos legalmente administrados.

Para obtener una comprensión más precisa de lo que esta problemática representa neumáticos utilizando bases de aumento del número de vehículos en el Perú de seis millones a 15 millones entre 2004 y 2013, lo que indica una multiplicación. anual

del 10,6%. Con una utilidad media de neumáticos por vehículo, se puede deducir un mínimo de neumáticos por vehículo.

Esto demuestra la forma de encontrar una solución para descomponerlos sin dañar el medio ambiente.

3.2.5. Ladrillo reciclado

3.2.5.1. Definición

Debido a su disponibilidad, resistencia y durabilidad, los ladrillos cerámicos son un material de construcción muy popular. Neville (2018) define un ladrillo como un objeto cerámico fabricado mediante la cocción de una mezcla de arcilla, arena y agua a temperaturas entre 800 y 1000 grados Celsius, lo que le confiere resistencia y dureza frente a los agentes ambientales. Además, Fernández (2020) señala que su naturaleza porosa facilita su aplicación en muros y tabiques, ya que ofrece una buena adherencia del mortero. Tanto en sistemas estructurales como no estructurales, los ladrillos cerámicos son actualmente uno de los materiales de construcción más populares, especialmente en Latinoamérica, donde la mampostería es el material de construcción más común.

Para sustituir parcialmente los áridos naturales en mezclas de hormigón u otros materiales de construcción, el ladrillo reciclado es un material granular que se obtiene triturando y tamizando residuos cerámicos procedentes de demoliciones, defectos de cocción o residuos industriales. Su superficie rugosa y estructura porosa permiten una buena adherencia a la pasta de cemento, lo que lo hace idóneo para su uso en elementos no estructurales y hormigón sostenible (Arenas, Jiménez y Romero, 2019).

El término «ladrillo reciclado» se refiere a un árido cerámico alternativo que se produce mediante la trituración mecánica, el tamizado y la reutilización de ladrillos sobrantes o restos de mampostería como ingredientes en hormigón hidráulico. Este material conserva las características químicas de los ladrillos cocidos convencionales

(óxidos de silicio, aluminio y hierro), pero su menor densidad y mayor absorción de agua afectan directamente a su trabajabilidad.

Figura 6

Ladrillo reciclado triturado



Nota: se muestra la trituración de ladrillo reciclado adaptado de “cerámica la coma”
<https://lacoma.com/productos/triturados-ceramicos/>

3.2.5.2. El origen de los residuos de ladrillo

Proviene principalmente de tres fuentes:

- La demolición de edificaciones antiguas,
- Los defectos de cocción y rotura durante la fabricación, y
- El desperdicio industrial generado en obras nuevas (García & Torres, 2021).

Estos residuos, a menudo denominados escombros cerámicos, representan una grave amenaza para el medio ambiente, ya que se acumulan frecuentemente en vertederos o basureros ilegales, generando contaminación visual y ocupando mucho espacio (Arenas et al., 2019). Una alternativa sostenible que reduce el consumo de recursos naturales y promueve la economía circular y la gestión eficaz de residuos sólidos en la industria de la construcción es la valorización de estos materiales mediante

su trituración y reutilización como áridos reciclados en el hormigón (Ministerio del Medio Ambiente [MINAM], 2023)..

3.2.5.3. El proceso de obtención del ladrillo reciclado

El primer paso consiste en la recolección selectiva de escombros provenientes de la construcción y la demolición. Para obtener partículas del tamaño adecuado para su uso como agregados, los fragmentos de ladrillo se trituran mecánicamente mediante trituradoras o molinos (Flores & Valdivia, 2021). Tras la trituración, el material se tamiza para separar las fracciones según su tamaño nominal y cumplir con los estándares de distribución de tamaño de partícula ASTM C33. Para garantizar una mezcla uniforme y controlada, las partículas se clasifican finalmente como agregados finos o gruesos según su tamaño nominal máximo (por ejemplo, menos de 4,75 mm para arena y más de 4,75 mm para grava). Este procedimiento reduce la cantidad de residuos generados y permite su reincorporación al ciclo productivo.

3.2.5.4. Las diferencias entre el ladrillo nuevo y el ladrillo reciclado

La primera etapa consiste en la recolección selectiva de escombros de construcción y demolición. Los fragmentos de ladrillo se trituran mecánicamente mediante trituradoras o molinos para obtener partículas del tamaño adecuado para su uso como áridos (Flores y Valdivia, 2021). Tras la trituración, el material se tamiza según los criterios de distribución granulométrica ASTM C33 para separar las fracciones en función de su tamaño nominal. Finalmente, las partículas se clasifican como áridos finos o gruesos según su tamaño nominal máximo (por ejemplo, menos de 4,75 mm para arena y más de 4,75 mm para grava) para garantizar una mezcla homogénea y controlada. Mediante este proceso, se genera menos basura, la cual puede reintegrarse al ciclo de fabricación.

3.2.5.5. Propiedades físico-mecánicas del ladrillo reciclado

El comportamiento del ladrillo reciclado en mezclas de hormigón hidráulico y su impacto en las características de resistencia del material final están determinados por sus propiedades mecánicas y físicas. Dado que los agregados constituyen entre el 60 % y el 75 % del volumen total del hormigón, sus propiedades físicas —como la densidad, la forma, la absorción y la textura superficial— influyen directamente en la trabajabilidad, la durabilidad y la resistencia a la compresión del hormigón (Neville y Brooks, 2018). Debido a que el ladrillo reciclado se fabrica a partir de material cerámico previamente cocido, presenta una menor densidad y una estructura interna más porosa que los agregados naturales, lo que altera las características generales de la mezcla.

A. Densidad

Dependiendo del origen del ladrillo, el grado de trituración y el contenido de huecos, su densidad aparente puede variar entre 1300 y 1800 kg/m³ (Martínez y Gómez, 2022). Debido a que esta densidad es significativamente menor que la de la grava natural (2600–2700 kg/m³), el hormigón es más ligero, tiene una menor masa volumétrica y absorbe más agua. Según Arenas, Jiménez y Romero (2019), la microestructura porosa creada por las operaciones de cocción térmica del ladrillo original permite que este material absorba entre el 10 % y el 20 % de su peso en agua. Para evitar una caída considerable en la resistencia a la compresión del hormigón, se debe ajustar la relación agua/cemento o humedecer previamente el material antes de su integración.

B. Forma y textura

Debido al proceso de trituración, el ladrillo reutilizado presenta superficies irregulares y dentadas. Esta característica resulta ventajosa, ya que aumenta la adherencia mecánica de la pasta de cemento al agregado, mejorando la cohesión interna y la resistencia a la tracción indirecta de la mezcla (Flores y Valdivia, 2021). Sin

embargo, esta rugosidad también puede dificultar la trabajabilidad del hormigón al incrementar la fricción interna y disminuir el asentamiento del hormigón fresco. Para contrarrestar este efecto, se suelen utilizar aditivos plastificantes o una ligera modificación en la proporción de finos.

C. Aspecto mecánico

Mecánicamente hablando, la resistencia de los ladrillos reciclados individuales es menor que la del agregado natural, con valores entre 6 y 12 MPa en comparación con los 100 y 150 MPa de la piedra triturada o la grava (Comité ACI 555, 2020). Sin embargo, puede generar concreto con resistencias generales aceptables (20–25 MPa) cuando se usa en cantidades controladas (5%–15%), lo que lo hace apropiado para partes no estructurales o con requisitos de carga moderados (García & Torres, 2021). Además, debido a su menor módulo de elasticidad, el concreto es más deformable y exhibe un comportamiento algo más dúctil cuando se somete a impactos o cargas dinámicas.

D. absorción

Al diseñar una mezcla, se deben tener en cuenta la porosidad, la textura y la absorción de agua del ladrillo reciclado. Los procedimientos de ensayo para determinar estos valores están establecidos por la norma ASTM C127 (para agregados gruesos) y la ASTM C128 (para agregados finos), lo que garantiza la consistencia de los resultados. En conclusión, las características mecánicas y físicas del ladrillo reciclado —baja densidad, alta absorción, textura rugosa y resistencia reducida— lo convierten en una buena opción para un hormigón ligero y ecológico, siempre que su uso se limite a las cantidades adecuadas y se controle su contenido de humedad antes de la mezcla (Neville, 2018; Mehta y Monteiro, 2019).

3.2.5.6. Aplicación del ladrillo reciclado en el concreto

La porosidad, la textura y la absorción de agua del ladrillo reciclado deben tenerse en cuenta al preparar una mezcla. Para garantizar resultados consistentes, las normas ASTM C127 (para agregados gruesos) y ASTM C128 (para agregados finos) definen protocolos de ensayo para obtener estos valores. En conclusión, las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo reciclado —baja densidad, alta absorción, textura rugosa y menor resistencia— lo convierten en una opción viable para un hormigón ligero y ecológico, siempre que su uso se limite a cantidades adecuadas y se controle su contenido de humedad antes de la mezcla (Neville, 2018; Mehta y Monteiro, 2019).

A. Aplicación como agregado grueso

En el primer enfoque, la grava o piedra triturada convencional se reemplaza parcial o totalmente con ladrillo reciclado como árido grueso. Debido a que reduce el costo de los áridos naturales y permite el uso de fragmentos más grandes, este tipo de reemplazo es el más popular (Flores & Valdivia, 2021). En este caso, el material triturado debe tener un contenido mínimo de polvo, una distribución granulométrica continua que cumpla con la norma ASTM C33 y un tamaño máximo nominal entre 9,5 mm y 19 mm. Según la investigación de Arenas, Jiménez y Romero (2019), siempre que se regule la relación agua/cemento, los hormigones que contienen un 10 % de ladrillo reciclado como árido grueso mantienen valores de compresión cercanos a 25 MPa después de 28 días. Este tipo de hormigón funciona bien para tabiques, aceras y componentes no estructurales.

B. Aplicación como agregado fino

En la segunda forma, parte de la arena natural puede sustituirse por ladrillo triturado como árido fino. Este método es útil cuando el material reciclado se muele en partículas menores de 4,75 mm, aunque es menos frecuente. Aunque puede disminuir

la fluidez de la mezcla, Martínez y Gómez (2022) afirman que la sustitución parcial del árido fino (entre el 5% y el 15%) fortalece la unión entre la pasta de cemento y el árido debido a la textura rugosa y la capacidad de absorción del ladrillo molido. Sin embargo, se observa una reducción considerable en la trabajabilidad y un aumento en el uso de agua o aditivos plastificantes cuando el porcentaje de sustitución supera el 20% (Neville y Brooks, 2018). Por lo tanto, los investigadores aconsejan utilizar ladrillo recuperado en lugar de ambos

Existen diferencias en varios aspectos clave en lo que respecta a cómo el ladrillo reciclado afecta las características del hormigón:

- **Trabajabilidad y asentamiento (slump):** En el hormigón fresco, el ladrillo triturado aumenta la fricción interna y la absorción de agua, lo que reduce la fluidez y el asentamiento (Arenas et al., 2019). Se recomienda humedecer previamente el material o emplear superplastificantes para asegurar una consistencia suficiente porque las mezclas con un 10% de reemplazo exhiben reducciones de asentamiento de entre 10% y 20% en comparación con el concreto normal (Mehta & Monteiro, 2019).
- **Peso unitario y densidad:** El peso unitario del hormigón disminuye debido a que el ladrillo reciclado tiene una densidad menor ($1600\text{--}1800\text{ kg/m}^3$) que los agregados de piedra natural, lo que da como resultado mezclas más ligeras con densidades finales de entre 2100 y 2300 kg/m^3 (Martínez y Gómez, 2022). Esta característica puede ser útil al construir componentes o estructuras prefabricadas ligeras donde se requiere reducir la carga muerta.
- **Resistencia a la compresión, tracción y flexión:** Debido a que el ladrillo reciclado tiene un módulo elástico menor y mayor porosidad que el hormigón ordinario, reduce ligeramente su resistencia a la compresión (Neville, 2018). Sin embargo, se alcanzan valores aceptables de resistencia entre 20 y 25 MPa

cuando la tasa de sustitución se mantiene entre el 5 % y el 15 %, lo que permite su uso en pavimentos urbanos o estructuras secundarias (Flores y Valdivia, 2021). No obstante, debido a la textura rugosa del agregado cerámico, que mejora la adherencia con la pasta de cemento, es probable que la resistencia a la tracción indirecta y a la flexión aumente ligeramente o se mantenga estable (Arenas et al., 2019). Como resultado, el hormigón que contiene ladrillo reciclado se comporta de forma más dúctil y tiene una mayor capacidad para absorber energía bajo cargas dinámicas o impactos leves.

En conclusión, el uso de ladrillo reciclado en el hormigón demuestra que puede utilizarse eficazmente en cantidades controladas, entre el 5 % y el 15 %, como sustituto parcial de materiales finos o gruesos, conservando al mismo tiempo cualidades mecánicas y de trabajabilidad suficientes. Su integración favorece la optimización de recursos y la sostenibilidad ambiental en la construcción contemporánea, en consonancia con los objetivos de la Estrategia Nacional de Economía Circular en la Construcción del Ministerio del Ambiente del Perú. (MINAM, 2023).

3.2.5.7. Ventajas y desventajas del uso de ladrillo reciclado en el concreto

La reducción de residuos, el aumento de la resistencia interna y la disminución del peso del hormigón son solo algunos de los beneficios técnicos, financieros y ambientales de utilizar ladrillo reciclado en lugar de algunos áridos naturales. Sin embargo, para evitar inconvenientes técnicos como la disminución de la resistencia y la trabajabilidad que puedan comprometer la calidad del material final, su utilización requiere un control riguroso de la absorción de agua, la distribución del tamaño de las partículas y el porcentaje de sustitución. Su uso se recomienda generalmente en elementos no estructurales y en cantidades del 5 % al 15 %, haciendo hincapié en su

contribución a la sostenibilidad ambiental y la innovación en la ingeniería civil. (MINAM, 2023; Neville, 2018).

3.2.5.7.1. Ventajas

A. Reducción del impacto ambiental

Una forma importante de reducir el impacto ambiental de los escombros de construcción y demolición es utilizar ladrillo reciclado como árido alternativo. La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA, 2022) estima que entre el 30 % y el 40 % de todos los escombros producidos en áreas metropolitanas son residuos cerámicos. Su reincorporación a la producción de hormigón reduce la cantidad de basura depositada en vertederos, disminuye la contaminación del suelo y evita la ocupación de terrenos destinados a la rehabilitación ambiental. Al sustituir parcialmente los áridos de piedra procedentes de canteras, este enfoque fomenta la economía circular y el uso racional de los recursos naturales, según García y Torres (2021).

B. Disminución del consumo de recursos naturales

Al utilizar ladrillos reciclados, se extrae menos árido natural, lo que reduce la erosión del suelo, los daños a los cauces fluviales y las perturbaciones ecológicas. Mehta y Monteiro (2019) afirman que la extracción de arena y grava, necesarias para la fabricación de hormigón convencional, tiene un impacto negativo significativo en el medio ambiente. Por lo tanto, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 9, 11 y 12) relativos a la innovación, las ciudades sostenibles y la producción responsable pueden alcanzarse sustituyendo entre un 5 % y un 15 % de los áridos naturales por ladrillos triturados.

C. Mejora de la adherencia pasta-agregado

La textura rugosa e irregular del ladrillo reciclado es una de sus características más destacadas; favorece la adhesión entre el árido y la pasta de cemento,



fortaleciendo la interfaz. Gracias al anclaje mecánico que se produce en la zona de transición interfacial, Arenas, Jiménez y Romero (2019) demostraron que los hormigones con un 10 % de ladrillo reciclado presentan una resistencia a la tracción indirecta un 5 % superior a la del hormigón convencional. Aplicaciones como losas, adoquines o bloques prefabricados, que requieren una fuerte cohesión interna, se benefician enormemente de esta característica.

D. Producción de concretos livianos

Debido a que el ladrillo triturado tiene una densidad menor que el agregado ($1600\text{--}1800\text{ kg/m}^3$ frente a 2600 kg/m^3), se puede utilizar para fabricar hormigón más ligero, lo cual es beneficioso para construcciones que buscan reducir la carga muerta (Martínez y Gómez, 2022). Para componentes no estructurales, cubiertas ligeras, paneles y tabiques, este tipo de hormigón es ideal. Además, su menor peso facilita la manipulación y el traslado de las piezas, lo que mejora la construcción y reduce el consumo de energía en la producción.

E. Beneficio económico y social

Desde el punto de vista económico, el uso de ladrillos reciclados reduce los costos de producción al sustituir materiales comerciales por basura gratuita o de bajo costo. Según Flores y Valdivia (2021), dependiendo del volumen de reemplazo, el uso de agregados reciclados puede reducir los precios del concreto entre un 8 % y un 12 %. Socialmente, fomenta la creación de pequeñas empresas dedicadas a la valorización y el reciclaje de residuos, generando empleos locales y promoviendo la responsabilidad ambiental en el barrio (MINAM, 2023).

3.2.5.7.2. Desventajas

A. Alta absorción de agua y porosidad

La relación agua/cemento y la trabajabilidad del hormigón se ven fuertemente afectadas por la alta porosidad capilar del ladrillo reciclado, que presenta tasas de absorción entre el 10 % y el 20 % (Neville y Brooks, 2018). El asentamiento y la resistencia a la compresión disminuirán si el material no se humedece previamente antes de la mezcla, ya que absorberá parte del agua de amasado. Por consiguiente, se recomienda aplicar correcciones de agua o regular el contenido de humedad de acuerdo con las normas ASTM C128.

B. Disminución moderada de la resistencia a compresión

El ladrillo reciclado tiene una resistencia individual menor que los agregados naturales, aunque puede conservar una resistencia suficiente en pequeñas cantidades. El Comité 555 del ACI (2020) indica que, debido a que el ladrillo reciclado tiene una densidad y un módulo elástico menores que el hormigón convencional, la resistencia a la compresión del hormigón que contiene un 15 % de ladrillo reciclado disminuye entre un 10 % y un 20 %. Por este motivo, su uso se restringe a aplicaciones de baja carga o no estructurales.

C. Reducción de la trabajabilidad del concreto fresco

La textura rugosa y angular del ladrillo roto disminuye el asentamiento del hormigón fresco, lo que aumenta la fricción interna entre las partículas (Arenas et al., 2019). Si no se emplean aditivos plastificantes, este fenómeno puede dificultar el proceso de mezclado y compactación, provocando huecos o falta de homogeneidad. Se recomienda utilizar superplastificantes o modificar la proporción de finos respecto al agua para contrarrestar este efecto..

D. Variabilidad en la calidad del material reciclado

La procedencia de los escombros y el proceso de trituración determinan la calidad de los ladrillos reciclados. Los contaminantes como el yeso, el mortero adherido o las partículas de polvo cerámico pueden afectar la adherencia y la resistencia final de los materiales de demolición (García y Torres, 2021). Por consiguiente, antes de su uso, es necesario un estricto control de calidad mediante pruebas de densidad, absorbancia y distribución del tamaño de partícula (ASTM C33, C127, C128).

3.3. Marco conceptual

- a. **Agregado fino:** Material granular compuesto principalmente por arena natural o triturada, con tamaño máximo de 5 mm, que se combina con el cemento y el agua para formar la mezcla de concreto.
- b. **Agregado grueso:** Constituido por partículas de mayor tamaño, generalmente grava o piedra triturada, cuya dimensión máxima supera los 5 mm. Proporciona resistencia y estabilidad al concreto.
- c. **Caucho reciclado:** Material obtenido del triturado de neumáticos fuera de uso (NFU), empleado como sustituto parcial del agregado fino en el concreto para mejorar su sostenibilidad y reducir el impacto ambiental.
- d. **Concreto hidráulico:** Material compuesto por cemento, agua, agregados y aditivos que, al fraguar y endurecer, adquiere resistencia mecánica. Es el principal material estructural utilizado en edificaciones y obras civiles.
- e. **Curado:** Proceso mediante el cual el concreto conserva la humedad y la temperatura adecuada para que el cemento complete su hidratación, alcanzando así su máxima resistencia y durabilidad.
- f. **Ductilidad:** Propiedad del concreto modificada con materiales flexibles como el caucho, que permite absorber deformaciones o impactos sin fracturarse de forma brusca.



- g. **Ensayo de compresión:** Prueba mecánica que determina la capacidad del concreto para resistir fuerzas de carga axial, expresada en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2), siguiendo la norma ASTM C39.
- h. **Ensayo de flexión:** Prueba de laboratorio que mide la resistencia del concreto frente a esfuerzos de tracción indirecta en vigas, conocida como módulo de rotura (M_r), regulada por la ASTM C78.
- i. **Ladrillo reciclado:** Material cerámico triturado proveniente de residuos de construcción o demolición, empleado como sustituto parcial del agregado grueso en la mezcla de concreto.
- j. **Módulo de rotura (M_r):** Magnitud que expresa la resistencia a flexión del concreto; es un indicador de su capacidad para soportar cargas transversales sin agrietarse.
- k. **Neumático fuera de uso (NFU):** Llantas desechadas que han cumplido su vida útil y son recicladas mediante trituración para su reutilización en materiales de construcción.
- l. **NTP:** Siglas de Norma Técnica Peruana, documento técnico oficial aprobado por el INACAL, que establece los requisitos de calidad, métodos de ensayo y criterios de seguridad aplicables en el Perú.
- m. **Resistencia a la compresión (f'_c):** Valor máximo de carga que puede soportar una probeta cilíndrica de concreto antes de fallar, considerado como el principal parámetro de diseño estructural.
- n. **Sostenibilidad:** Principio que busca reducir el impacto ambiental mediante el uso eficiente de los recursos naturales, promoviendo la reutilización y reciclaje de materiales en la construcción.
- o. **Tamizado:** Procedimiento que consiste en pasar los agregados por una serie de tamices con aberturas progresivas, para determinar su distribución granulométrica.



- p. **Trabajabilidad:** Facilidad con que una mezcla de concreto puede ser colocada, compactada y terminada sin segregación ni pérdida de homogeneidad, medida mediante el ensayo de asentamiento (slump test).

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Diseño de investigación

El diseño adoptado es experimental puro, dado que el investigador manipula deliberadamente la variable independiente para observar sus efectos sobre la variable dependiente en condiciones controladas de laboratorio. Se trabajó con distintas proporciones de reemplazo de agregados por materiales reciclados (5 %, 10 % y 15 %), manteniendo constantes las demás condiciones de la mezcla: tipo de cemento, relación agua/cemento, curado y tamaño máximo nominal del agregado.

El diseño experimental sigue un modelo comparativo de grupos, donde una mezcla patrón (concreto convencional) se compara con otras que contienen ladrillo y caucho reciclado en diferentes porcentajes, evaluando sus resistencias a compresión a los 7, 14 y 28 días. Este diseño permite identificar tendencias y cuantificar el impacto del uso de materiales reciclados sobre el desempeño mecánico del concreto.

4.2. Método de la investigación

El método de investigación constituye el proceso sistemático, ordenado y controlado que permite alcanzar los objetivos planteados y comprobar la hipótesis mediante la observación y medición de las variables establecidas. En la presente investigación se empleó el método experimental, dado que el investigador manipula de manera deliberada la variable independiente uso de materiales reciclados de ladrillos y caucho de neumáticos para observar su efecto en la variable dependiente resistencia a la compresión del concreto hidráulico bajo condiciones controladas de laboratorio.

Según Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista (2018), el método experimental se caracteriza por “provocar intencionalmente una situación para observar las consecuencias de una o más variables sobre otra” (p. 120).

4.3. Nivel y tipo de investigación

4.3.1. Tipo de investigación

Este estudio, al tener como objetivo generar conocimiento práctico enfocado en la resolución de un problema específico en el campo de la ingeniería civil, es de naturaleza aplicada. Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista (2018) afirman que la investigación aplicada “busca resolver problemas prácticos mediante el uso del conocimiento científico” (p. 33).

El estudio investiga la viabilidad de reemplazar parcialmente los agregados naturales en la fabricación de concreto hidráulico con materiales reciclados, específicamente caucho de neumáticos y ladrillos triturados. En este caso, el estudio busca confirmar experimentalmente cómo la adición de materiales reciclados influye en las características mecánicas del concreto, particularmente en su resistencia a la compresión, en lugar de simplemente describir un fenómeno.

4.3.2. Nivel de investigación

El nivel de la presente investigación es explicativo, ya que tiene por finalidad determinar las causas y efectos de la variable independiente el uso de materiales reciclados de ladrillos y caucho de neumáticos sobre la variable dependiente las propiedades mecánicas del concreto hidráulico. Según Carrasco (2019), una investigación explicativa “se orienta a descubrir las relaciones de causa y efecto entre las variables de estudio, estableciendo cómo y por qué se produce un fenómeno” (p. 45).

En este caso, se busca explicar de qué manera los porcentajes de reemplazo de reciclaje de neumáticos (5 %, 10 % y 15 %) que influyen en la resistencia a la compresión y flexión del concreto.

4.4. Población y muestra

4.4.1. Población

De acuerdo con Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista (2018), Según la página 174, la población es "el conjunto de todos los casos que cumplen con una serie de especificaciones". En este sentido, todos los hormigones hidráulicos fabricados con materiales sustitutivos que pueden evaluarse en cuanto a sus cualidades mecánicas — en particular, su resistencia a la compresión y a la flexión— se incluyen en la población de estudio. Dicha población se delimita al contexto urbano del distrito de San Miguel debido a la disponibilidad de materiales reciclables provenientes de obras de demolición, talleres mecánicos y centros de acopio de neumáticos fuera de uso.

4.4.2. Muestra

Según Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista (2018), una muestra es “un subgrupo de la población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de esta” (p. 175). En este estudio, la muestra fue no probabilística e intencional, ya que los especímenes fueron elaborados deliberadamente en laboratorio bajo condiciones controladas y en proporciones predefinidas de sustitución de agregados.

La muestra experimental estuvo conformada por cinco tipos de mezclas de concreto, distribuidas de la siguiente manera:

- Una mezcla patrón (control), sin adición de materiales reciclados (0 % de reemplazo).
- Una mezcla con ladrillo triturado como reemplazo parcial del agregado grueso en proporciones del 20%.

- Tres mezclas con caucho de neumáticos reciclados como reemplazo parcial del agregado fino en los porcentajes de (5 %, 10 % y 15 %).

Cada mezcla fue utilizada para la elaboración de nueve probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, siguiendo las especificaciones de la norma ASTM C192 para el moldeo y curado de especímenes de concreto. De estas, tres probetas fueron ensayadas a los 7 días, tres a los 14 días y tres a los 28 días de curado, conforme a la norma ASTM C39 para la determinación de la resistencia a la compresión.

En total, se elaboraron 45 probetas cilíndricas (5 mezclas × 9 especímenes) para rotura a compresión y 12 vigas para el ensayo a flexión

4.5. Técnicas e instrumentos

4.5.1. Técnica

Según Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista (2018), la técnica experimental se utiliza cuando el investigador manipula una o más variables independientes para observar su efecto sobre una variable dependiente en condiciones controladas, lo que permite establecer relaciones de causalidad.

Las principales técnicas de laboratorio aplicadas fueron:

- **Ensayo de asentamiento (Slump Test):** Se realizó conforme a la norma ASTM C143, con el propósito de determinar la consistencia y trabajabilidad del concreto fresco. Esta medición permitió controlar la uniformidad de las mezclas y verificar el efecto del agregado reciclado en la fluidez del material.
- **Moldeo y curado de especímenes cilíndricos:** Se siguieron las directrices de la ASTM C192, preparando probetas de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, las cuales fueron curadas en agua a temperatura controlada (23 ± 2 °C) hasta las edades de 7, 14 y 28 días.

- Ensayo de resistencia a la compresión y flexión: Se aplicó la norma ASTM C39, utilizando una prensa hidráulica calibrada para medir la carga máxima soportada por los cilindros antes de la falla. Este ensayo permitió obtener los valores de resistencia a compresión (f'_c) en megapascuales (MPa), que constituyen los principales datos del análisis experimental.

4.5.2. Instrumentos

De acuerdo con Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista (2018), los instrumentos de medición en una investigación experimental deben ser objetivos, estandarizados y reproducibles, de manera que los resultados obtenidos sean comparables y estadísticamente consistentes. Por tal motivo, se emplearon equipos de laboratorio calibrados y reconocidos en el ámbito de la ingeniería civil, conforme a las normas ASTM y NTP vigentes.

En el presente estudio, dichos instrumentos fueron seleccionados en función de las propiedades físicas y mecánicas a evaluar en el concreto hidráulico elaborado con materiales reciclados de ladrillos y caucho de neumáticos.

Los principales instrumentos utilizados fueron los siguientes:

- Mezcladora de concreto de eje horizontal
- Balanza electrónica de precisión (± 0.1 g)
- Juego de tamices normalizados
- Cono de Abrams
- Moldes cilíndricos de acero ($\varnothing 15$ cm $\times$ 30 cm)
- Prensa hidráulica de compresión
- Hoja de cálculo y software

4.6. Validación y confiabilidad

4.6.1. validación

De acuerdo con Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista (2018), La fiabilidad es la consistencia de los resultados cuando el instrumento se utiliza de nuevo en las mismas circunstancias, mientras que la validez es el grado en que un instrumento mide realmente la variable que está diseñado para medir. En este sentido, el proceso de validación en la presente investigación consideró tres niveles: validez técnica, validez de contenido y validez operativa.

La validación constituye una etapa fundamental en toda investigación científica, ya que garantiza la precisión, confiabilidad y pertinencia de los instrumentos y procedimientos empleados para la obtención de datos. En este estudio, la validación se aplicó tanto a los instrumentos de medición como al procedimiento experimental de laboratorio, con el objetivo de asegurar la consistencia y reproducibilidad de los resultados.

4.6.2. Confiabilidad

Según Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista (2018), la confiabilidad se define como “el grado en que la aplicación repetida de un instrumento al mismo sujeto u objeto produce resultados iguales o semejantes” (p. 180). En el contexto de esta investigación, se asegura la confiabilidad a través de replicación de ensayos, control de variables, calibración de equipos y análisis estadístico de los resultados.

La confiabilidad de una investigación experimental garantiza que los resultados obtenidos sean consistentes, estables y reproducibles bajo las mismas condiciones de aplicación. En el presente estudio, la confiabilidad se refiere a la precisión de las mediciones de las propiedades mecánicas del concreto hidráulico elaborado con materiales reciclados de ladrillos y caucho de neumáticos, así como a la consistencia de los procedimientos experimentales aplicados.

4.7. Procedimiento de recolección de datos

El procedimiento de recolección de datos se desarrolló en el Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil, siguiendo un proceso secuencial y controlado que permitió garantizar la exactitud, uniformidad y reproducibilidad de los resultados experimentales. Este procedimiento fue diseñado conforme a las normas ASTM, ACI y NTP E.060, que regulan la preparación, curado y ensayo de concretos hidráulicos.

De acuerdo con Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista (2018), la recolección de datos debe realizarse mediante un conjunto sistemático de actividades planificadas, orientadas a obtener información válida y confiable para el análisis estadístico. En esta investigación, el proceso se estructuró en cinco etapas principales: preparación de materiales, dosificación y mezclado, moldeo de probetas, curado y ensayo mecánico, y registro de resultados.

a) Etapa 1: Preparación y caracterización de los materiales

- **Recolección de materiales reciclados:** se obtuvieron residuos de ladrillos cerámicos de obras de demolición y neumáticos fuera de uso (NFU) de talleres mecánicos ubicados en el distrito de San Miguel.
- **Trituración y tamizado:** los materiales reciclados fueron triturados con molino de impacto y clasificados mediante tamices normalizados ($\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", N°4, N°8, N°16), según la norma ASTM C136, para obtener agregados finos y gruesos reciclados.
- **Determinación de propiedades físicas:** Los áridos reciclados fueron sometidos a pruebas de granulometría, densidad aparente, absorción de agua y peso unitario de acuerdo con las normas ASTM C127 (árido grueso) y ASTM C128 (árido fino).

- **Verificación de la calidad del cemento y agua:** se empleó cemento Portland tipo I, según NTP 334.009, y agua potable conforme a ASTM C1602.

b) Etapa 2: Dosificación y mezclado del concreto

- La dosificación de las mezclas se realizó mediante el método del volumen absoluto (ACI 211.1), manteniendo una relación agua/cemento (a/c) de 0.50 para todas las mezclas.
- Se elaboraron siete tipos de mezclas:
 - Mezcla patrón (0 % de reemplazo).
 - Una mezcla con reemplazo parcial del agregado grueso por ladrillo reciclado 20%
 - Tres mezclas con reemplazo parcial del agregado fino por caucho de neumáticos (5 %, 10 %, 15 %).
- Los materiales secos fueron incorporados en una mezcladora de eje horizontal, añadiendo gradualmente el agua para asegurar la homogeneidad.
- Se realizó el ensayo de asentamiento (slump test) conforme a la norma ASTM C143, con el fin de verificar la consistencia del concreto fresco.

c) Etapa 3: Moldeo de probetas cilíndricas

- El concreto fresco fue vertido en moldes metálicos cilíndricos de 15 cm × 30 cm, compactado en tres capas mediante una varilla metálica de 16 mm, siguiendo el procedimiento establecido en ASTM C192.
- Cada molde fue identificado con un código alfanumérico que indicaba el tipo de mezcla y el porcentaje de reemplazo.
- Las probetas fueron cubiertas con láminas plásticas durante 24 horas para evitar la evaporación prematura del agua.

d) Etapa 4: Curado y ensayo de resistencia a la compresión

- Transcurridas 24 horas, las probetas fueron desmoldadas y sumergidas en tanques de curado con agua a temperatura controlada (23 ± 2 °C), conforme a la norma ASTM C192.
- Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión (f'_c) a las edades de 7, 14 y 28 días, utilizando una prensa hidráulica calibrada de 100000 kgf de capacidad, bajo los lineamientos de la norma ASTM C39.

e) Etapa 5: Registro, tabulación y análisis de datos

- Los resultados obtenidos en cada ensayo fueron registrados en formatos de laboratorio diseñados para esta investigación.
- Los datos se ingresaron en Microsoft Excel 2024, donde se calcularon promedios, desviaciones estándar, coeficientes de variación y porcentajes de diferencia respecto a la mezcla patrón.

4.8. Ensayos de laboratorio

❖ Contenido de humedad

- Utilizamos un tamiz n.º 4 para separar la arena y la grava después de cuartear las muestras de hormigón.
- Tras registrar el peso tara, pesamos la muestra con la grava y la arena.
- Las muestras se pesaron antes de introducirlas en el horno a 105 °C.
- Ajustamos la temperatura del horno según el contenido de humedad del material.
- Una vez seca la sustancia, la enfriamos hasta que fue manejable.
- Finalmente, registramos los datos para los cálculos correspondientes tras pesar la muestra seca utilizando su peso tara.

Calculo del contenido de humedad

$$w(\%) = \frac{M_w - M_d}{M_d} \times 100$$

donde:

- M_w = masa de la muestra húmeda (g)
- M_d = masa de la muestra seca (g)
- w = contenido de humedad expresado en porcentaje

Figura 7

Ensayo de contenido de humedad



Nota. Peso de la muestra húmeda para el contenido de humedad

❖ Ensayo de granulometría de los agregados

- Para obtener muestras precisas, dividimos nuestro material —arena y grava— en cuatro partes.
- A continuación, seleccionamos los tamices según la distribución del tamaño de partícula o el estándar que íbamos a utilizar.
- Pesamos cinco kilogramos de grava, que tamizamos desde la malla de $\frac{3}{4}$ " hasta la malla n.º 4.

- Luego, medimos la cantidad de material que retenía cada tamiz.
- Utilizamos una balanza con una precisión de 1 g.
- Utilizamos el mismo método para tamizar la arena.
- Para el análisis del tamaño de partícula, pesamos nuestra muestra de 600 gramos.
- Seleccionamos tamices con mallas que iban desde la n.º 4 hasta la n.º 200.
- Luego, medimos la cantidad de material que retenía cada tamiz.
- La precisión de la balanza sería de 0,1 g en este caso.

Figura 8

Ensayo de granulometría



Nota. Realizamos el ensayo granulométrico de los agregados

❖ **Peso específico y absorción**

Grava

- Tras dividir la muestra en cuatro partes, la saturamos en una bandeja

- Después de añadir agua a la bandeja, la dejamos reposar durante un día.
- Transcurrido este tiempo, escurrimos el agua y transferimos la muestra a un paño de franela o lana para secarla hasta que esté saturada y superficialmente seca.
- Una vez seca, pesamos una muestra de 800 g para el picnómetro.
- Tras llenar el picnómetro con agua, lo agitamos hasta que no queden espacios vacíos.
- A continuación, utilizamos la muestra y el agua para pesar el picnómetro.
- Finalmente, secamos la muestra en el horno.
- Una vez seca, la pesamos para nuestros cálculos.

Arena

- Dividimos la muestra de arena en cuatro partes.
- La sumergimos en agua durante un día entero en una bandeja.
- Después, la colocamos en una bandeja para que se seque.
- A continuación, comprobamos si cumplía con los criterios necesarios mediante la prueba del cono truncado. Una vez terminada la muestra, realizamos la prueba del cono truncado, que consiste en aplicar tres capas —diez golpes por cada capa y cinco golpes para la última— hasta que la muestra adquiriera forma de pirámide.
- Posteriormente, pesamos una muestra de 500 gramos.
- Tras añadir la muestra al picnómetro, la agitamos hasta que no se formaron más burbujas.
- A continuación, pesamos la muestra saturada.
- Finalmente, pesamos la muestra seca que habíamos sacado del horno.

Figura 9*Ensayo de absorción*

Nota. Realizamos el ensayo de absorción

❖ **Preparación de la mezcla**

- De acuerdo con nuestro diseño de mezcla, pesamos la arena, el cemento, la grava y el agua.
- Después de pesarlos, los transferimos a una carretilla o mezcladora y los mezclamos a fondo hasta obtener la mezcla ideal.
- A continuación, realizamos una prueba de asentamiento para determinar el tamaño de la masa y ajustamos la cantidad de agua según sea necesario.
- Después, limpiamos los cilindros de prueba y les aplicamos cera o vaselina para facilitar el desmoldeo.
- Luego, añadimos tres capas de hormigón a cada cilindro de prueba, compactando cada capa con veinticinco golpes.
- Finalmente, utilizamos un mazo de goma para golpear el hormigón.
- Por último, marcamos y nivelamos los cilindros de prueba.

Figura 10

Preparación de la muestra



Nota. Preparamos el material según nuestra dosificación

❖ Ensayo de slump

- Para que el hormigón fresco sea homogéneo, mézclelo bien primero.
- Después, humedezca el cono Abrams y colóquelo sobre una superficie nivelada.
- A continuación, comience a verter la muestra en tres capas, pisándola.
- Alise cada capa con 25 golpes.
- Nivélela una vez llena.
- Luego, retire el cono con cuidado.
- Tras retirar el cono, mida el asentamiento inclinándolo de lado.
- Mida el asentamiento con una cinta métrica.

Figura 11

trabajabilidad del concreto



Nota. Preparamos la muestra fresca del concreto y realizamos el slump

❖ **Curado de la muestra:**

- Comenzamos a desmoldar las probetas después de un día.
- Luego, las probetas se etiquetan con la fecha, el tipo de diseño, la resistencia y otros detalles relevantes.
- Las probetas se colocan en la cámara de curado, que debe estar a la temperatura adecuada según la norma.

Finalmente, las colocamos cuidadosamente y esperamos a que se retiren según el número de días transcurridos desde su rotura.

Figura 12

Curado de probetas



Nota. Curamos las probetas en las pozas de curado

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Resultados obtenidos

Se realizó los ensayos correspondientes para cada objetivo trazado y tenemos en las siguientes tablas cada uno de los resultados tanto a compresión, diseño y otros ensayos

5.1.1. Resultados del diseño de mezclas

Tabla 4

Contenido de humedad de la arena

Descripción	Unidad	Datos
Suelo húmedo+ tara	g	419.80
Suelo seco + tara	g	402.20
Peso de la tara	g	53.20
Peso del agua	g	17.60
Peso del suelo seco	g	349.00
Humedad %	%	5.04

Nota: Resultados obtenidos en el laboratorio

Tabla 5*Contenido de humedad de la grava*

Descripción	Unidad	Datos
Suelo húmedo+ tara	g	475.60
Suelo seco + tara	g	463.50
Peso de la tara	g	55.10
Peso del agua	g	12.10
Peso del suelo seco	g	408.40
Humedad %	%	2.96

Nota: Resultados obtenidos en el laboratorio**Tabla 6***Absorción y peso específico*

Descripciones	Gravas	Arenas
Absorción.	3.92 %	2.85%
Pesos específico.	2.45	2.53

Nota: Resumen de resultado del laboratorio**Tabla 7***Peso Unitario suelto y varillado*

Descripciones	Gravas	Arenas
P. U. sueltos.	1397	1561
P. U. varillados.	1509	1671

Nota: Resumen de resultado**Tabla 8***Granulometría arena*

Tamiz	Peso retenido	% retenido
No. 4.	0.00	0.00
No. 8.	68.52	13.70
No. 16.	116.20	23.24
No. 30.	121.50	24.30

No. 50.	105.35	21.07
No. 100.	48.62	9.72
No. 200.	32.17	6.43
Base.	7.64	1.53

Nota: Resultado del laboratorio

Figura 13

Curva granulométrica

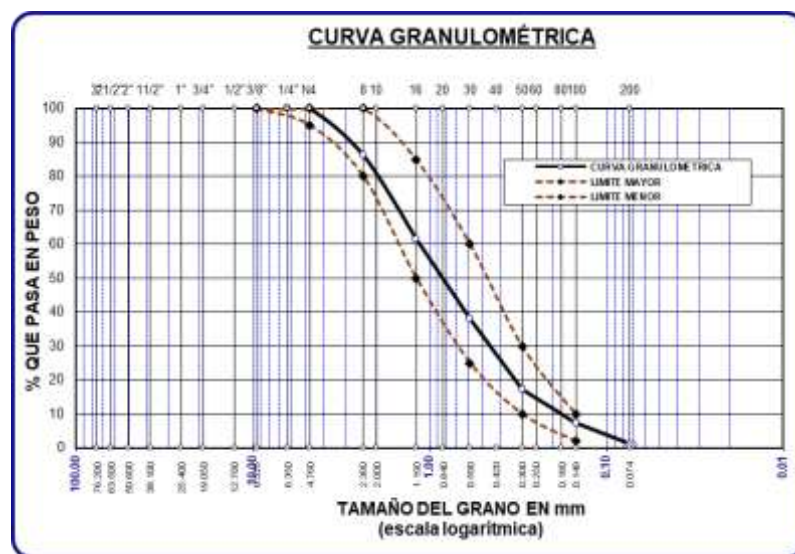


Tabla 9

Granulometría grava

Tamiz	Peso retenido	% retenido
1 1/2"	0.00	0.00
1"	9.96	0.28
3/4"	93.67	2.68
1/2"	515.27	14.72
3/8"	1491.50	42.61
No 4	1389.60	39.70
Base.	0.00	0.00

Nota: Resultado del laboratorio

Figura 14

Curva granulométrica

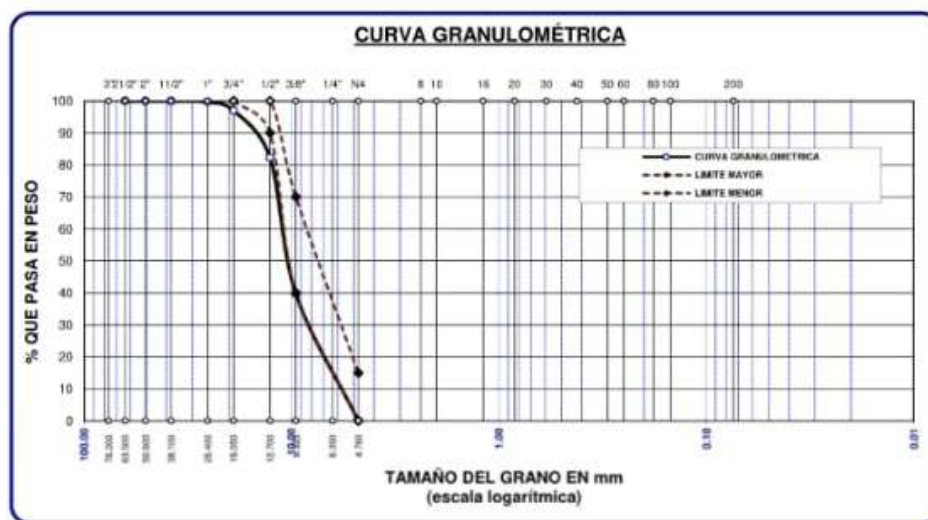


Tabla 10

Resultados de la caracterización de los agregados

Caracterización del agregado	Grava	Arena
P.E. sss.	2.59	2.52
P.U. suelto	1509	1671
P.U. con varilla	1397	1561
Absorción	3.42	2.94
Humedad	2.96	5.04
Módulo de fineza		2.86

Nota: Resumen de resultado

Tabla 11

Datos de la dosificación de muestras

Descripción	Proporción peso seco kg/cm ³	Cuantificación en volumen	Dosificación en peso húmedo	Cuantificación en volumen
Cemento	367	1.01	367	1.00
Agua	205	0.558	194	0.53
Grava	926	2.52	954	2.60
Arena	730	1.99	766	2.09
Aire	2%		2%	

Nota: Resumen de resultado del laboratorio

Figura 15

Cuantificación en volumen



Tabla 12

Datos de la cuantificación en peso

Dosificación por peso	Cantidad
Cemento	42.50 kg
Arena	88.86 kg

Grava	110.34 kg
Agua efectiva	22.43 kg
Neumático rec. 5%	4.44 kg
Neumático rec. 10%	8.87 kg
Neumático rec. 15%	13.33 kg

Nota: Resumen de resultado

5.1.2. Resultados de la resistencia a la compresión a los 7 días

Tabla 13

Resultados de resistencia a compresión de la muestra patrón

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ÁREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	EDAD DÍAS	%
1	Probeta M-1	28100	176.24	159.44	210	7	75.92
2	Probeta M-2	27660	175.77	157.36	210	7	74.94
3	Probeta M-3	28400	176.95	160.50	210	7	76.43
	PROMEDIO			159.10	210		75.76

Nota: Resultados obtenidos de laboratorio del ensayo de resistencia a compresión a 7 días

Tabla 14

Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 20% ladrillo reciclado

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ÁREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD DÍAS	%
1	Probeta M-1	28190	176.24	159.95	210	7	76.17
2	Probeta M-2	27250	177.19	153.79	210	7	73.23
3	Probeta M-3	28060	177.42	158.16	210	7	75.31
	PROMEDIO				210		74.90

Nota: Resultados obtenidos de laboratorio del ensayo de resistencia a compresión a 7 días

Tabla 15

Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 5% neumático reciclado

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ÁREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD DÍAS	%
1	Probeta M-1	27650	177.66	155.63	210	7	74.11
2	Probeta M-2	27880	176.01	158.40	210	7	75.43
3	Probeta M-3	26570	177.19	149.95	210	7	71.41
	PROMEDIO				210		73.65

Nota: Resultados obtenidos de laboratorio del ensayo de resistencia a compresión a 7 días

Tabla 16

Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 10% neumático reciclado

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ÁREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD DÍAS	%
1	Probeta M-1	26370	177.19	148.82	210	7	70.87
2	Probeta M-2	25760	177.66	145.00	210	7	69.05
3	Probeta M-3	27010	176.71	152.85	210	7	72.79
	PROMEDIO			148.89	210		70.90

Nota: Resultados obtenidos de laboratorio del ensayo de resistencia a compresión a 7 días

Tabla 17

Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 15% neumático reciclado

N.º	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ÁREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD DÍAS	%
1	Probeta M-1	23310	177.19	131.55	210	7	62.64
2	Probeta M-2	22900	177.19	129.34	210	7	61.54
3	Probeta M-3	22610	176.71	127.95	210	7	60.93
	PROMEDIO			129.58	210		61.71

Nota: Resultados obtenidos de laboratorio del ensayo de resistencia a compresión a 7 días

COMPARACIÓN DE RESULTADOS A LOS 7 DIAS

Tabla 18

Resultados a los 7 días de la resistencia a compresión

N.º	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD DÍAS	%
-----	---------------------------	--------------------------------------	----------------------------	--------------	---

1	Muestra patrón	159.10	210	7	75.76
2	Muestra con 20% LR	157.30	210	7	74.90
3	Muestra con 5% NR	154.66	210	7	73.65
4	Muestra con 10% NR	148.89	210	7	70.90
5	Muestra con 15% NR	129.58	210	7	61.71

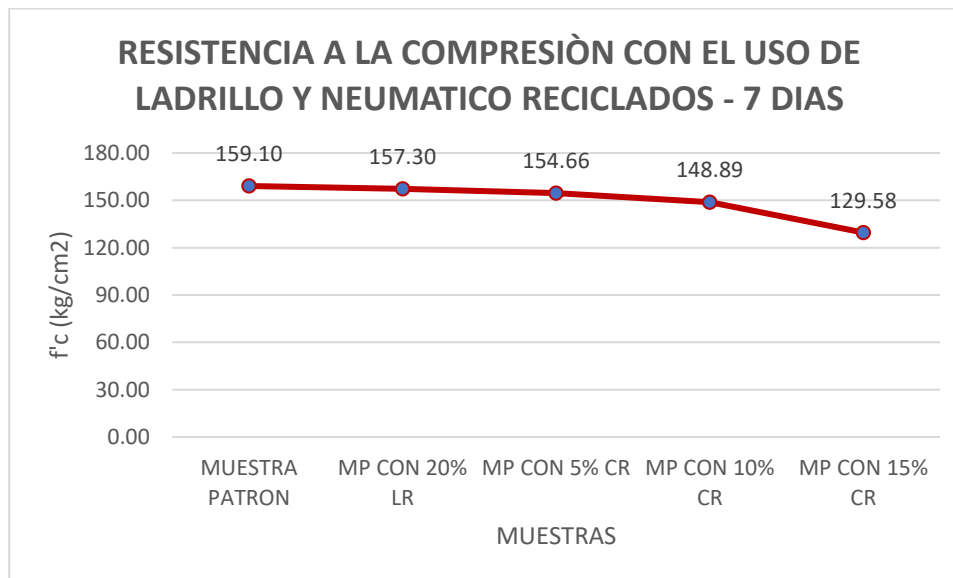
Nota: Comparación de resultados obtenidos del ensayo de compresión a 7 días

INTERPRETACIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos y conforme a las normas ASTM C39 y NTP E.060 – Concreto armado, que establecen que el concreto debe alcanzar entre el 65 % y 75 % de su resistencia de diseño (f'_c) a los 7 días de curado, se observa que las mezclas evaluadas presentan comportamientos diferenciados según el tipo y porcentaje de material reciclado incorporado. La muestra patrón alcanzó un 75.76 % del f'_c , evidenciando un desarrollo normal de resistencia; la mezcla con 20 % de ladrillo reciclado obtuvo 74.90 %, manteniendo un desempeño adecuado dentro de los límites aceptables; mientras que las mezclas con 5 % y 10 % de caucho reciclado registraron 73.65 % y 70.90 %, respectivamente, valores que aún cumplen con el mínimo establecido, aunque muestran una ligera reducción atribuible a la menor rigidez y adherencia del caucho en la matriz cementicia. Por el contrario, la mezcla con 15 % de caucho reciclado alcanzó solo 61.71 % del f'_c , situándose por debajo del umbral normativo, lo que evidencia una pérdida significativa de resistencia a compresión temprana. En consecuencia, los resultados indican que el uso de ladrillo reciclado hasta en un 20 % como agregado grueso y de caucho reciclado hasta en un 10 % como agregado fino no afecta de manera crítica la resistencia mecánica del concreto, mientras que porcentajes mayores comprometen su desempeño estructural y no cumplen con los estándares de calidad exigidos por la normativa vigente (ASTM C39; NTP E.060, 2021).

Figura 16

Comparación de resultados de resistencia a la compresión 7 días



5.1.3. Resultados de la resistencia a la compresión a los 14 días

Tabla 19

Resultados de resistencia a compresión de la muestra patrón 14 días

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ÁREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	F'C Kg/cm²	EDAD DÍAS	%
1	Probeta M-1	34570	176.48	195.89	210	14	92.38
2	Probeta M-2	34900	176.95	197.23	210	14	93.92
3	Probeta M-3	35660	177.42	200.99	210	14	95.71
	PROMEDIO			198.04			94.30

Nota: Resultados obtenidos de laboratorio del ensayo de resistencia a compresión a 14 días

Tabla 20

Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 20% de ladrillo reciclado 14 días

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ÁREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	EDAD DÍAS	%
1	Probeta M-1	34780	177.19	196.29	210	14	93.47
2	Probeta M-2	35700	177.42	201.22	210	14	95.82
3	Probeta M-3	34370	177.89	193.21	210	14	92.00
	PROMEDIO			196.90	210		93.76

Nota: Resultados obtenidos de laboratorio del ensayo de resistencia a compresión a 14 días

Tabla 21

Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 5% neumáticos reciclados

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ÁREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	EDAD DÍAS	%
1	Probeta M-1	33670	177.89	189.27	210	14	90.13
2	Probeta M-2	35200	176.95	198.93	210	14	94.73
3	Probeta M-3	34170	177.42	192.59	210	14	91.71
	PROMEDIO			193.60	210		92.19

Nota: Resultados obtenidos de laboratorio del ensayo de resistencia a compresión a 14 días

Tabla 22

Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 10% neumáticos reciclados

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ÁREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD DÍAS	%
1	Probeta M-1	33250	176.24	188.66	210	14	89.94
2	Probeta M-2	34110	177.42	192.26	210	14	91.55
3	Probeta M-3	32770	177.66	184.45	210	14	87.83
	PROMEDIO				210		89.74

Nota: Resultados obtenidos de laboratorio del ensayo de resistencia a compresión a 14 días

Tabla 23

Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 10% neumáticos reciclados

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ÁREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD DÍAS	%
1	Probeta M-1	30220	177.42	170.33	210	14	81.11
2	Probeta M-2	29740	177.42	167.62	210	14	79.82
3	Probeta M-3	30030	177.66	169.03	210	14	80.49
	PROMEDIO			169.00	210		80.47

Nota: Resultados obtenidos de laboratorio del ensayo de resistencia a compresión a 14 días

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS

Tabla 23

Resultados a los 14 días de la resistencia a compresión

N.º	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ESF.	F'c	EDAD	%
		ROTURA Kg/cm2	Kg/cm2	DÍAS	
1	Muestra patrón	198.04	210	14	94.30
2	Muestra con 20% LR	196.90	210	14	93.76
3	Muestra con 5% NR	193.60	210	14	92.19
4	Muestra con 10% NR	188.46	210	14	89.74
5	Muestra con 15% NR	169.00	210	14	80.47

Nota: Comparación de resultados obtenidos del ensayo a compresión a 14 días

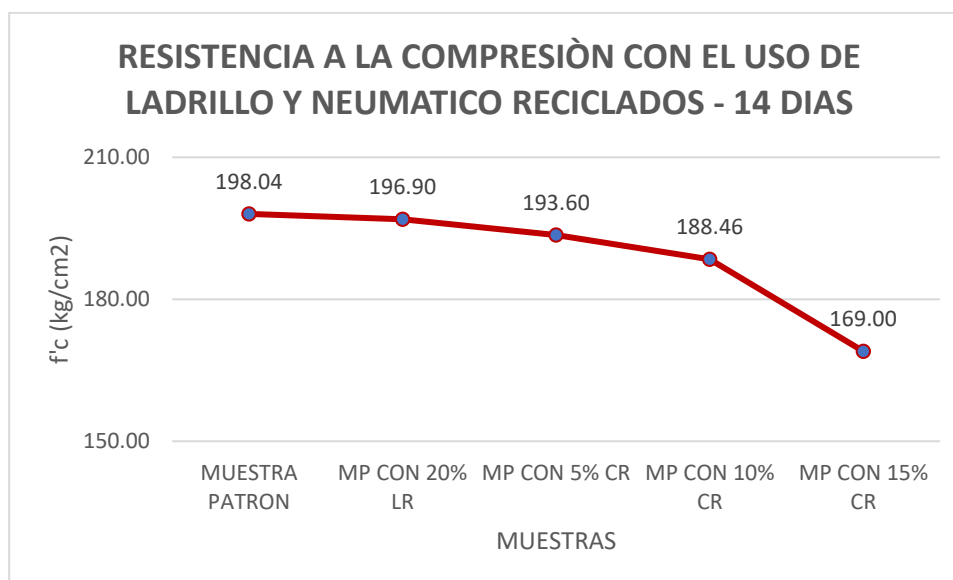
INTERPRETACIÓN

Conforme a los resultados obtenidos a los 14 días de curado y en concordancia con las normas ASTM C39 y NTP E.060 – Concreto armado, que indican que el concreto debe alcanzar entre el 85 % y 95 % de su resistencia de diseño (f'_c) a esa edad intermedia, se evidencia un desempeño satisfactorio en la mayoría de las mezclas evaluadas. La muestra patrón alcanzó una resistencia de 198.04 kg/cm², equivalente al 94.30 % del f'_c , lo que demuestra un adecuado proceso de hidratación y ganancia de resistencia conforme al comportamiento esperado del concreto convencional. De igual modo, la muestra con 20 % de ladrillo reciclado presentó 196.90 kg/cm² (93.76 % del f'_c), valor prácticamente equivalente al control, lo que confirma que este porcentaje de reemplazo no altera significativamente el desarrollo de resistencia del material. Por su parte, las mezclas con 5 % y 10 % de caucho reciclado alcanzaron 193.60 kg/cm² (92.19 %) y 188.46 kg/cm² (89.74 %), respectivamente, manteniéndose dentro del rango normativo aceptable, aunque se aprecia una ligera disminución de resistencia proporcional al aumento del contenido de caucho. En contraste, la mezcla con 15 % de caucho reciclado obtuvo 169.00 kg/cm², correspondiente al 80.47 % del f'_c , valor inferior al mínimo recomendado para concretos a 14 días, lo que indica una reducción significativa

en su capacidad mecánica debido a la baja adherencia entre el caucho y la matriz cementicia. En síntesis, los resultados confirman que las mezclas con ladrillo reciclado (hasta 20 %) y caucho reciclado (hasta 10 %) mantienen un desempeño estructural adecuado, mientras que porcentajes superiores de caucho no cumplen con las exigencias establecidas por la ASTM C39 y la NTP E.060 (2021) para concretos de resistencia media a edades intermedias.

Figura 17

Comparación a los 14 días



5.1.4. Resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días

Tabla 24

Resultados de resistencia a compresión de la muestra patrón 28 días

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ÁREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	EDAD DÍAS	%
1	Probeta M-1	40460	176.95	228.65	210	28	108.88

2	Probeta M-2	41960	177.19	236.81	210	28	112.77
3	Probeta M-3	41400	176.24	234.91	210	28	111.86
	PROMEDIO			233.46			111.17

Nota: Resultados obtenidos de laboratorio del ensayo de resistencia a compresión a 28 días

Tabla 25

Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 20% ladrillo reciclado a los 28 días

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ÁREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD DÍAS	%
1	Probeta M-1	41200	178.13	231.29	210	28	110.14
2	Probeta M-2	40920	177.19	230.94	210	28	109.97
3	Probeta M-3	41440	177.66	233.25	210	28	111.07
	PROMEDIO			231.83			110.39

Nota: Resultados obtenidos de laboratorio del ensayo de resistencia a compresión a 28 días

Tabla 26

Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 5% de neumáticos reciclados a los 28 días

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ÁREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD DÍAS	%
1	Probeta M-1	40550	177.66	228.24	210	28	108.69

2	Probeta M-2	40700	176.95	230.01	210	28	109.53
3	Probeta M-3	39650	177.89	222.89	210	28	106.14
	PROMEDIO			227.05	210		108.12

Nota: Resultados obtenidos de laboratorio del ensayo de resistencia a compresión a 28 días

Tabla 27

Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 10% de neumáticos reciclados a los 28 días

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ÁREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD DÍAS	%
1	Probeta M-1	37350	177.19	210.79	210	28	100.38
2	Probeta M-2	38810	176.24	220.31	210	28	104.86
3	Probeta M-3	38630	176.95	218.31	210	28	103.96
	PROMEDIO			216.44	210		103.07

Nota: Resultados obtenidos de laboratorio del ensayo de resistencia a compresión a 28 días

Tabla 28

Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 15% de neumáticos reciclados a los 28 días

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	ÁREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD DÍAS	%
1	Probeta M-1	35260	177.19	199.00	210	28	94.76
2	Probeta M-2	35310	176.24	200.35	210	28	95.41
3	Probeta M-3	34810	176.95	196.72	210	28	93.68
	PROMEDIO			198.69	210		94.61

Nota: Resultados obtenidos de laboratorio del ensayo de resistencia a compresión a 28 días

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DIAS

Tabla 29

Comparación de resultados de resistencia a la compresión a los 28 días

N.º	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD DÍAS	%
1	Muestra patrón	233.46	210	28	111.17
2	Muestra con 20% LR	231.83	210	28	110.39
3	Muestra con 5% NR	227.05	210	28	108.12
4	Muestra con 10% NR	216.44	210	28	103.07
5	Muestra con 15% NR	198.69	210	28	94.61

Nota: Resultados obtenidos de laboratorio del ensayo de resistencia a compresión a 28 días

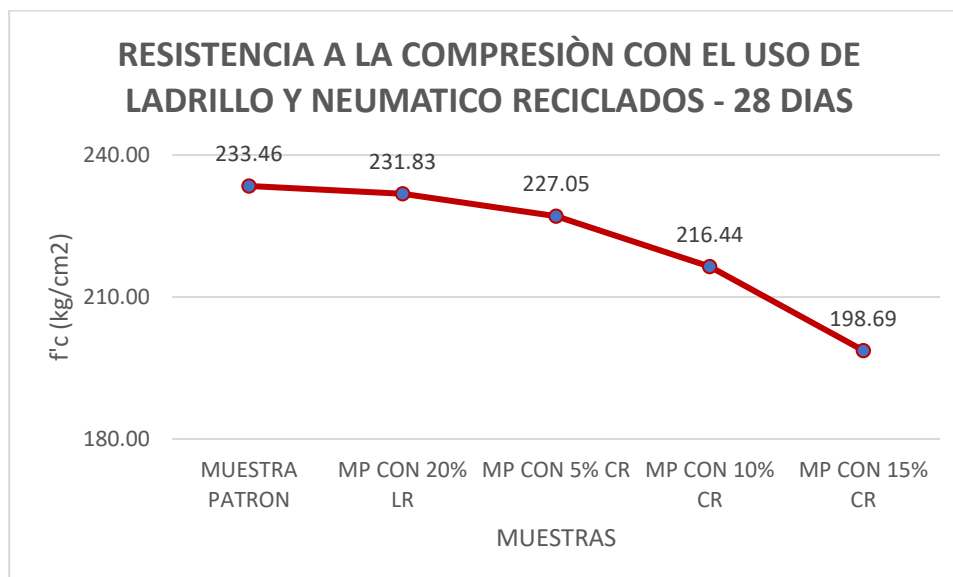


INTERPRETACIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos a los 28 días de curado, edad en la cual el concreto debe alcanzar el 100 % de su resistencia de diseño (f'_c) según las normas ASTM C39 y NTP E.060 – Concreto armado, se evidencia un comportamiento favorable en todas las mezclas evaluadas, aunque con variaciones proporcionales al tipo y cantidad de material reciclado incorporado. La muestra patrón registró una resistencia promedio de 233.46 kg/cm^2 , equivalente al 111.17 % del f'_c , lo que demuestra una ganancia adicional de resistencia por encima del valor de diseño, atribuida a un adecuado proceso de curado y una óptima compactación del concreto convencional. De manera similar, la mezcla con 20 % de ladrillo reciclado alcanzó 231.83 kg/cm^2 (110.39 % del f'_c), mostrando un comportamiento prácticamente igual al patrón, lo que confirma la viabilidad técnica de utilizar este material reciclado sin comprometer la resistencia estructural final del concreto. En el caso de las mezclas con 5 % y 10 % de caucho reciclado, se obtuvieron resistencias de 227.05 kg/cm^2 (108.12 %) y 216.44 kg/cm^2 (103.07 %), respectivamente, valores que superan el 100 % del f'_c , demostrando que en proporciones moderadas el caucho puede coexistir adecuadamente con la matriz cementicia, aportando incluso cierta mejora en la ductilidad del material. En contraste, la mezcla con 15 % de caucho reciclado alcanzó 198.69 kg/cm^2 (94.61 % del f'_c), valor ligeramente inferior al diseño, lo que evidencia que un alto contenido de caucho genera una pérdida apreciable de cohesión y capacidad portante. En síntesis, los resultados a los 28 días confirman que el uso de ladrillo reciclado hasta un 20 % y de caucho reciclado hasta un 10 % no afecta negativamente la resistencia final del concreto, cumpliendo con los requisitos establecidos por la ASTM C39 y la NTP E.060 (2021), mientras que porcentajes mayores de caucho resultan inadecuados para aplicaciones estructurales de carga.

Figura 18

Comparación a los 28 días



5.1.5. Resultados de la resistencia a la flexión a los 28 días

Tabla 30

Resultados de resistencia a flexión a los 28 días

Días	Diseño	Muestra	Carga (kg)	Módulo de Rotura (kg/cm ²)	Promedio Mr. (kg/cm ²)
28 días	Muestra Patrón	V-1	4310	38.21	38.12 Kg/cm ²
		V-2	4340	38.25	
		V-3	4290	37.91	
28 días	MP con 5% neumático reciclado	V-1	4210	37.03	37.23 Kg/cm ²
		V-2	4330	38.23	
		V-3	4130	36.42	
		V-1	4020	35.31	

28	MP con 10%	V-2	3970	35.20	35.13
días	neumático	V-3	3950	34.88	Kg/cm2
	reciclado				
28	MP con 15%	V-1	3790	33.67	33.94
días	neumático	V-2	3810	33.93	Kg/cm2
	reciclado	V-3	3850	34.22	

Nota: Resultados obtenidos del módulo de rotura a los 28 días

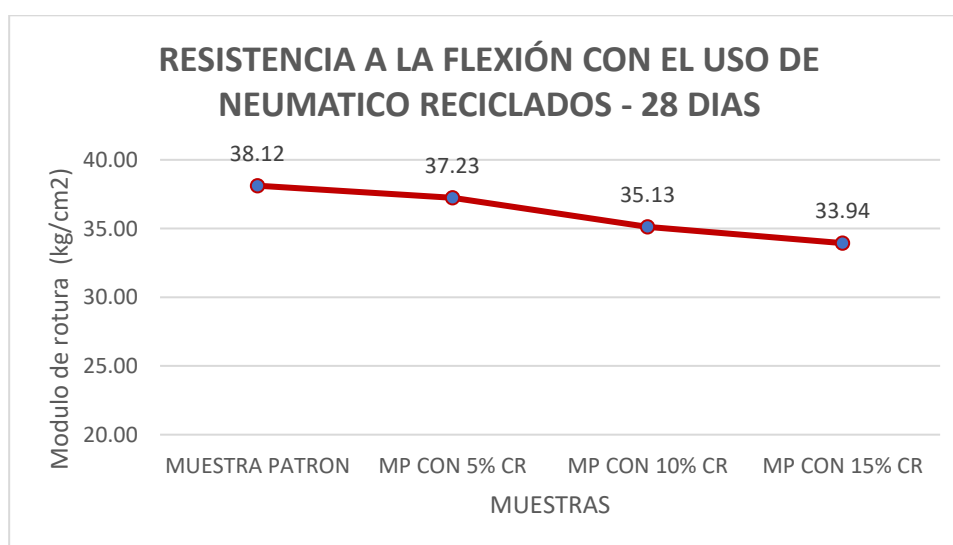
INTERPRETACIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 28 días, realizado conforme a la norma ASTM C78 – Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión de vigas de concreto, se observa una disminución progresiva del módulo de rotura (M_r) conforme aumenta el porcentaje de neumático reciclado incorporado como agregado fino. La muestra patrón presentó un promedio de 38.12 kg/cm^2 , correspondiente a un comportamiento normal y representativo del concreto convencional. En comparación, la mezcla con 5 % de caucho reciclado alcanzó un M_r promedio de 37.23 kg/cm^2 , mostrando una variación mínima ($\approx 2.3 \%$ menos que el control), lo que indica que este nivel de sustitución no afecta significativamente la capacidad del concreto para resistir esfuerzos de tracción indirecta. Por su parte, las mezclas con 10 % y 15 % de caucho reciclado obtuvieron promedios de 35.13 kg/cm^2 y 33.94 kg/cm^2 , respectivamente, evidenciando reducciones del 7.8 % y 10.9 % en relación con la muestra patrón. Esta tendencia confirma que el aumento del contenido de caucho reduce la rigidez y la adherencia matriz-agregado, generando una menor capacidad flexural del material, aunque dentro de límites tolerables para concretos no estructurales o de bajo esfuerzo. En conclusión, los resultados demuestran que el uso de caucho reciclado hasta un 5 % mantiene una resistencia a flexión adecuada y conforme a la ASTM C78, mientras que porcentajes

superiores disminuyen gradualmente el módulo de rotura, recomendándose su aplicación en elementos secundarios o ecológicos donde se priorice la sostenibilidad sobre la capacidad resistente.

Figura 19

Comparación a los 28 días



DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados experimentales obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión y flexión permitieron analizar de manera integral el comportamiento del concreto hidráulico modificado con materiales reciclados de ladrillo y caucho de neumáticos, comparándolo con la mezcla patrón y con los parámetros establecidos por las normas ASTM C39, ASTM C78 y la NTP E.060 (2021).

En primer lugar, el análisis de la resistencia a la compresión evidenció que las mezclas con ladrillo reciclado presentaron un comportamiento muy similar al concreto convencional, alcanzando a los 28 días una resistencia promedio de 231.83 kg/cm², equivalente al 110.39 % del f'c de diseño, lo que confirma su idoneidad técnica como

reemplazo parcial del agregado grueso hasta un 20 %. Estos resultados concuerdan con los estudios de Flores y Valdivia (2021), quienes señalaron que la porosidad y rugosidad del ladrillo triturado mejoran la adherencia con la pasta cementicia, favoreciendo la transferencia de esfuerzos internos. Además, se observó que este material no altera significativamente la densidad ni el módulo de elasticidad del concreto, manteniendo un desempeño estructural estable y sostenible.

Por otro lado, las mezclas con neumático reciclado evidenciaron una tendencia decreciente en la resistencia a compresión a medida que se incrementó su proporción. A los 28 días, las resistencias promedio fueron de 227.05 kg/cm² (5 % de caucho), 216.44 kg/cm² (10 %) y 198.69 kg/cm² (15 %), lo que demuestra que el uso óptimo no debe exceder el 10 %. La disminución observada se atribuye a la baja adherencia del caucho con la matriz cementicia, su menor rigidez y su tendencia a generar vacíos internos, afectando la cohesión del concreto. Sin embargo, es importante destacar que, dentro de límites moderados, la adición de caucho incrementa la ductilidad y capacidad de absorción de energía, características útiles en elementos no estructurales o pavimentos con requerimientos de tenacidad (Mehta & Monteiro, 2019).

En cuanto al ensayo de resistencia a la flexión, los resultados mostraron que el concreto con 5 % de caucho reciclado mantiene un módulo de rotura (M_r) similar al patrón (37.23 kg/cm² frente a 38.12 kg/cm²), cumpliendo con la norma ASTM C78. Sin embargo, porcentajes superiores (10 % y 15 %) provocaron una reducción progresiva de la resistencia flexural, con valores de 35.13 kg/cm² y 33.94 kg/cm², respectivamente. Esto reafirma que pequeñas proporciones de caucho no afectan de manera crítica la capacidad flexural del concreto, aunque sí reducen su rigidez.

En conjunto, los resultados confirman que la incorporación de ladrillo y neumático reciclado puede realizarse de manera controlada sin comprometer las propiedades mecánicas del concreto, siempre que se respeten los límites de sustitución. Se cumple



así con el objetivo de valorar el potencial de los materiales reciclados como agregados alternativos, contribuyendo al desarrollo de concretos sostenibles y a la reducción de residuos de construcción y demolición (RCD) en el distrito de San Miguel. De esta forma, la investigación se alinea con el enfoque de la economía circular y las políticas ambientales actuales que promueven el aprovechamiento responsable de materiales en el sector construcción (Ministerio del Ambiente, 2022).

CONCLUSIONES

GENERAL. Utilizar materiales reciclados, como neumáticos y ladrillos, para fabricar hormigón es una forma rentable y sostenible de reducir los efectos ambientales negativos de la industria de la construcción. se demostró que la incorporación controlada de agregados reciclados puede aplicarse de manera técnicamente viable y ambientalmente sostenible en la producción de concreto. Los resultados obtenidos evidenciaron que el ladrillo reciclado, utilizado hasta en un 20 % como agregado grueso, no solo cumple con los valores normativos establecidos por la ASTM C39 y la NTP E.060 (2021), sino que incluso puede mejorar ligeramente la resistencia a compresión, manteniendo la integridad estructural del material. En cambio, el neumático reciclado, empleado como agregado fino, mostró una disminución progresiva de la resistencia a medida que aumentó su porcentaje, siendo óptimo hasta un 10 % de reemplazo para conservar las propiedades mecánicas adecuadas del concreto. Asimismo, los ensayos de resistencia a la flexión confirmaron que pequeñas adiciones de caucho (hasta 5 %) no afectan significativamente el comportamiento estructural del material, aportando mayor ductilidad

PRIMERO. Se concluye que el ensayo de resistencia a la compresión con ladrillo reciclado demostró que su incorporación hasta en un 20% como agregado grueso mantiene e incluso mejora la resistencia del concreto, alcanzando más del 110 % del f'_c a los 28 días, en cumplimiento con la ASTM C39 y la NTP E.060 (2021). Esto confirma que el ladrillo triturado es una alternativa viable y sostenible que no compromete las propiedades mecánicas del concreto y contribuye al aprovechamiento responsable de los residuos de demolición.

SEGUNDO. La resistencia a la compresión con neumático reciclado mostró que su incorporación en el concreto reduce ligeramente la resistencia mecánica, especialmente con porcentajes altos de reemplazo. Las mezclas con 5 % y 10 % de caucho reciclado



alcanzaron resistencias superiores al 100 % del f'_c a los 28 días, cumpliendo con la ASTM C39 y la NTP E.060 (2021), lo que demuestra que estos niveles son técnicamente viables para concretos estructurales. Sin embargo, el uso de 15 % de caucho reciclado disminuyó la resistencia por debajo del valor de diseño, evidenciando pérdida de cohesión y adherencia en la matriz cementicia. Por tanto, el reemplazo óptimo no debe exceder el 10 %, garantizando un equilibrio entre resistencia, ductilidad y sostenibilidad ambiental.

TERCERO. En el ensayo de resistencia a la flexión mostró que la incorporación de neumático reciclado reduce ligeramente el módulo de rotura del concreto a medida que aumenta su porcentaje. Las mezclas con 5 % mantuvieron una resistencia similar al patrón, mientras que con 10 % y 15 % se observó una disminución progresiva. Por ello, el uso de caucho reciclado hasta un 5 % es técnicamente viable y cumple con la ASTM C78 y la NTP E.060 (2021), permitiendo elaborar concretos más sostenibles sin afectar significativamente su comportamiento flexural.



RECOMENDACIONES

RG. Se recomienda que futuras investigaciones profundicen en el comportamiento a largo plazo del concreto elaborado con materiales reciclados, evaluando no solo su resistencia mecánica, sino también sus propiedades durables como la absorción, permeabilidad, contracción y comportamiento frente a ciclos de humedad-sequedad o agentes químicos. Asimismo, sería pertinente analizar el impacto ambiental y económico de estas mezclas mediante análisis de ciclo de vida (ACV) y estudios de huella de carbono, con el fin de consolidar su aplicación en proyectos de construcción sostenible y fomentar la economía circular dentro del sector.

R1. En base al concreto con ladrillo reciclado, se sugiere que investigaciones posteriores analicen el efecto del ladrillo reciclado en diferentes relaciones agua/cemento y tipos de cemento, con el fin de determinar su influencia en la durabilidad y trabajabilidad del concreto. Además, se recomienda evaluar su comportamiento en ambientes agresivos (salinidad, humedad o exposición al sulfato), y su posible uso en elementos estructurales y prefabricados ligeros, validando su aplicación a mayor escala en infraestructura urbana y viviendas sostenibles.

R2. En base al concreto con neumático reciclado, se recomienda ampliar el estudio del neumático reciclado como agregado fino considerando diferentes granulometrías, tratamientos superficiales o combinaciones con aditivos químicos que mejoren la adherencia con la matriz cementicia, sobre todo utilizar aditivos plastificantes

R3. En base al ensayo de flexión con neumático reciclado, se propone que futuras investigaciones profundicen en la resistencia a la tracción, tenacidad y ductilidad del concreto con adición de caucho reciclado, también sería relevante evaluar su desempeño a flexión en diferentes edades y condiciones de curado, así como su uso combinado con fibras sintéticas o naturales, para potenciar sus propiedades mecánicas sin comprometer su carácter ecológico.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar Lizarraga, J. T. (2024). Resistencia mecanica del concreto con adiccion de esquirlas de cobre en el distrito de Huancayo – Region Junin, año 2021. *Universidad Peruana Los Andes*. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/7254>
- Antaurco Vega, D. J. (2019). Diseño de concreto permeable para pavimento rígido usando esquirlas de cobre en el distrito Independencia, Ancash, 2019. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44401>
- American Concrete Institute (ACI). (2011). *ACI 211.1: Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*. ACI Committee 211.
- American Concrete Institute (ACI). (2011). *ACI 214R-11: Guide to Evaluation of Strength Test Results of Concrete*. ACI Committee 214.
- Arenas, F., Jiménez, J., & Romero, D. (2019). *Evaluación del ladrillo triturado como agregado fino en concretos sostenibles*. **Revista Ingeniería y Construcción**, 34(2), 121–132.
- Cajahuaman Gamarra, H. J. (2023). Incidencia de propiedades del concreto adicionando fibras de acero y esquirlas de cobre reciclados en pavimento rígido permeable, Lima 2023. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/136833>
- Castañeda Cisneros, L. A., & Salguero Sandoval, C. X. (2020). Diseño y evaluación de concreto resistente a sulfatos mediante la adición de nanosílice para la construcción de canales en la costa norte: Caso Chavimochic Etapa I. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://doi.org/10.19083/tesis/652758>
- Castillo, C. C. del, Orozco, S. O., & García, M. G. (2014). *Metodología de la Investigación*. Grupo Editorial Patria.



Castillo, L., & Trujillo, E. (2019). *Elaboración de concreto permeable con adición de material plástico reciclado para pavimentación en el distrito de Pariacoto—Áncash*.
<https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3456>

Cervantes Cárdenas, A. F. D. J. (2020). *Estudio de factibilidad del concreto permeable y su posible aplicación en la ciudad de Barranquilla, Colombia*.
<https://hdl.handle.net/11323/7557>

Hadi, M., Martel, C., Huayta, F., Rojas, R., & Arias, J. (2023). *Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis* [Text.Chapter]. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.073>

Hewlett, P., & Liska, M. (2019). *Lea's Chemistry of Cement and Concrete*.
<https://shop.elsevier.com/books/leas-chemistry-of-cement-and-concrete/hewlett/978-0-08-100773-0>

Huallpa Sayre, E. (2020). Diseño de un concreto permeable $f_c=175\text{kg/cm}^2$ como una alternativa para aguas pluviales incorporando canto rodado – Cusco 2021. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64237>

Iglesias, M. E. (2021). *Metodología de la investigación científica: Diseño y elaboración de protocolos y proyectos*. Noveduc.

Jacinto Aquino, J. E. (2021). *Diseño de mezcla de concreto permeable utilizando diferentes porcentajes de agregado fino y aditivos en la ciudad de Chiclayo*.
<http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/3189>

Jara Arzapalo, J. F. (2020). Incidencia de la esquilas de cobre en la resistencia mecánica del concreto $F'_c=210\text{ Kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56143>



- Kia, A., Wong, H. S., & Cheeseman, C. R. (2017). Clogging in permeable concrete: A review. *Journal of Environmental Management*, 193, 221-233.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.02.018>
- Llerena Torrejón, L. F., & Ticlla Sánchez, J. C. (2020). *Estudio y Evaluación del concreto permeable en un pavimento rígido según la Norma ACI 522R-10*.
<http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3561>
- Mamani Tique, J. E., & Huayna Toque, H. (2021). Concreto permeable como alternativa de drenaje de las aguas pluviales en pavimentos rígidos en la ciudad universitaria de la UNA - Puno. *Universidad Nacional del Altiplano*.
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3579956>
- Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación* [Text.Chapter]. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú.
<https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>
- Melgarejo Illescas, C. (2019). Incidencia de la esquiras al Producir Concreto Permeable en Pavimentos Urbanos de la Ciudad de Pasco – Distrito de Yanacancha – 2019. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion*.
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1137>
- Murillo Mosquera, E. (2022). *Estudio del efecto de la adición de concretos reciclados sobre las propiedades físico-mecánicas de concretos permeables en estado endurecido y su colocación* [Trabajo de grado - Maestría, Universidad Nacional de Colombia].
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/84703>
- Ninaya Garcia, L., & Ramirez Jimenez, P. M. (2022). Incorporación de la ceniza de cebada vegetal y polvo de aluminio en las propiedades del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima 2022.



Repositorio Institucional - UCV.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/113924>

Orosco, M., Avila, Y., & Restrepo, S. (2018). *Factors influencing the concrete quality: A survey to relevant actors of the concrete industry.*

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732018000200161&lng=en&nrm=iso&tlng=en

Paz Castillo, H., & Rojas Quichca, A. A. (2022). Evaluación del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica con cenizas de cebada mineral, Lima, 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/108046>

Carrasco, S. (2019). *Guía práctica para la elaboración de tesis e investigaciones científicas*. Lima: Editorial San Marcos.

Cruz, D., & Andrade, J. (2020). *Reutilización de neumáticos fuera de uso en la construcción sostenible*. **Revista Ingeniería y Medio Ambiente**, 12(2), 45–54.

Flores, M., & Valdivia, E. (2021). *Comportamiento mecánico de concretos con agregados reciclados de caucho y ladrillo triturado*. **Revista Peruana de Ingeniería Civil**, 15(1), 33–49.

Gómez, L., & Martínez, P. (2021). *Evaluación del caucho reciclado de neumáticos en mezclas cementicias*. **Revista de Materiales y Tecnología del Concreto**, 8(1), 22–35.

Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2018). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Martínez, R., & Gómez, V. (2022). *Aplicación del ladrillo triturado en la fabricación de concretos reciclados*. **Revista de Materiales de Construcción**, 72(347), 1–12.

Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2019). *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials* (4th ed.). McGraw-Hill Education.

Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM). (2022). *Gestión sostenible de residuos de construcción y demolición en el Perú*. Lima: MINAM.



Montgomery, D. C. (2017). *Design and Analysis of Experiments* (9th ed.). John Wiley & Sons.

Neville, A. M. (2018). *Properties of Concrete* (6th ed.). Pearson Education.

Norma Técnica Peruana (NTP) E.060. (2021). *Concreto armado*. Lima: Instituto Nacional de la Calidad – INACAL.

Pimienta, J., Orden, A. de la, & Estrada, R. (2018). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*.

Reyes, E. (2022). *Metodologia de la Investigacion Cientifica*. Page Publishing Inc.

Rivera Alfaro, K. (2023). Adoquines de concreto permeables con adición de ceniza de cebada de shihuahuaco coronel Portillo, Pucallpa. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/138082>

Rivera Vitoviz, C. E. (2021). *Concreto Permeable como Sistema Alternativo del Pavimento Convencional*. <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/2121>

Sandoval Chambi, A. N. (2021). *Análisis de diseños de concreto permeable como Alternativa en la construcción de pavimentos Rígidos empleando agregados de La ciudad de Juliaca—2019*.

Villanueva Quispe, K. J. (2020). Incidencia de diferentes porcentajes del agregado fino en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable, en Trujillo 2020. *Universidad Privada del Norte*. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3004291>

Zhong, R., Leng, Z., & Poon, C. (2018). Research and application of pervious concrete as a sustainable pavement material: A state-of-the-art and state-of-the-practice review. *Construction and Building Materials*, 183, 544-553.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.06.131>



ANEXOS



ANEXOS 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problemas generales	Objetivo general	Hipótesis general	Variables	Dimensiones	Metodología
¿De qué manera el uso de materiales reciclados de ladrillos y neumáticos influye en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en el distrito de San Miguel, 2024?	Determinar la influencia del uso de materiales reciclados de ladrillos y caucho de neumáticos como reemplazo parcial de los agregados naturales en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico, en el distrito de San Miguel, 2024.	El uso de materiales reciclados de ladrillos y caucho de neumáticos como reemplazo parcial de los agregados naturales influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico.	Variable independiente Uso de ladrillos reciclados Uso de neumáticos reciclados	- Porcentaje de reemplazo ladrillo reciclado 20% - Porcentaje de reemplazo neumático reciclado 5%, 10%, 15%	Tipo de estudio. Aplicado Nivel. Explicativo Enfoque. Cuantitativo
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas			
1. ¿Cómo influye la incorporación de ladrillos reciclados como reemplazo parcial del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico?	1. Evaluar la influencia de la incorporación de ladrillos reciclados del 20% como reemplazo parcial del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico.	1. La incorporación de ladrillos reciclados como reemplazo parcial del agregado grueso disminuye ligeramente la resistencia a la compresión del concreto hidráulico			Diseño de investigación. Experimental
2. ¿Cómo influye la incorporación de caucho de neumáticos reciclados como reemplazo parcial del agregado fino en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico?	2. Analizar la influencia de la incorporación de caucho de neumáticos reciclados en porcentajes de 5%, 10%, 15% como reemplazo parcial del agregado fino en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico.	2. La incorporación de caucho de neumáticos reciclados como reemplazo parcial del agregado fino reduce la resistencia a la compresión del concreto hidráulico,	Variable independiente: Propiedades mecánicas del concreto	Resistencia a compresión Resistencia a flexión	Técnica. Observación experimental Instrumentos. Fichas de laboratorio
3. ¿Cómo influye la incorporación de caucho de neumáticos reciclados como reemplazo parcial del agregado fino en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico?	3. Analizar la influencia de la incorporación de caucho de neumáticos reciclados en porcentajes de 5%, 10%, 15% como reemplazo parcial del agregado fino en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico	3. La incorporación de caucho de neumáticos reciclados como reemplazo parcial del agregado fino mejora la resistencia a la flexión del concreto hidráulico			



UNIVERSIDAD ANDINA "HÉCTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

TESIS : INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : Bach. NIKE SANGA CANO

MUESTRA : GRAVA - ARENA

FECHA : 11 DE ENERO DEL 2025

MUESTRA : ARENA

N° DE TARRO	A
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	419.80
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	402.20
PESO DEL TARRO (gr.)	53.20
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	366.60
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	349.00
PESO DEL AGUA (gr.)	17.60
% HUMEDAD	5.04

MUESTRA : GRAVA

N° DE TARRO	B
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	475.60
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	463.50
PESO DEL TARRO (gr.)	55.10
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	420.50
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	408.40
PESO DEL AGUA (gr.)	12.10
% HUMEDAD	2.96

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA "HÉCTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



TESIS : INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACH. NIKE SANGA CANO

CANTERA : ISLA

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA - CARRETERA ISLA km 17

FECHA : 11 DE ENERO DEL 2025

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

ARENA

Malta	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Pícnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno 485.74
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) 500.00
N° 8	68.52	13.70	13.70	86.30	Wc	-Peso del picnómetro con agua 1314.65
N° 16	116.20	23.24	36.94	63.06	W	-Peso del Pic. + muestra + agua 1815.88
N° 30	121.50	24.30	61.24	38.76	PESO ESPECÍFICO	
N° 60	105.35	21.07	82.31	17.69	Wc+B =	1815
N° 100	48.62	9.72	92.04	7.96	Wc+B-W =	199
N° 200	32.17	6.43	98.47	1.53	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$	2.52 gr/cm ³
FONDO	7.64	1.53	100.00	0.00	ABSORCIÓN	
SUMA	500.00	100.00			B =	500.00
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	14.26
MF = MÓDULO DE FINEZA					Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	2.94 %
2.86						

GRAVA

Malta	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Pícnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno 773.55
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) 800.00
1"	10	0.25	0.25	99.75	Wc	-Peso del picnómetro con agua 1314.65
3/4"	94	2.34	2.59	97.41	W	-Peso del Pic. + muestra + agua 1806.01
1/2"	515	12.88	15.47	84.53	PESO ESPECÍFICO	
3/8"	1492	37.29	52.76	47.24	Wc+B =	2115
1/4"					Wc+B-W =	309
N° 4	1390	34.74	87.50	12.50	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$	2.59 gr/cm ³
FONDO	0.00	0.00	87.50	12.50	ABSORCIÓN	
SUMA	3500.00	87.50			B =	800.00
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	26.45
					Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	3.42 %

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.
D^{ra} Arnoldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00310379



"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUOLA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

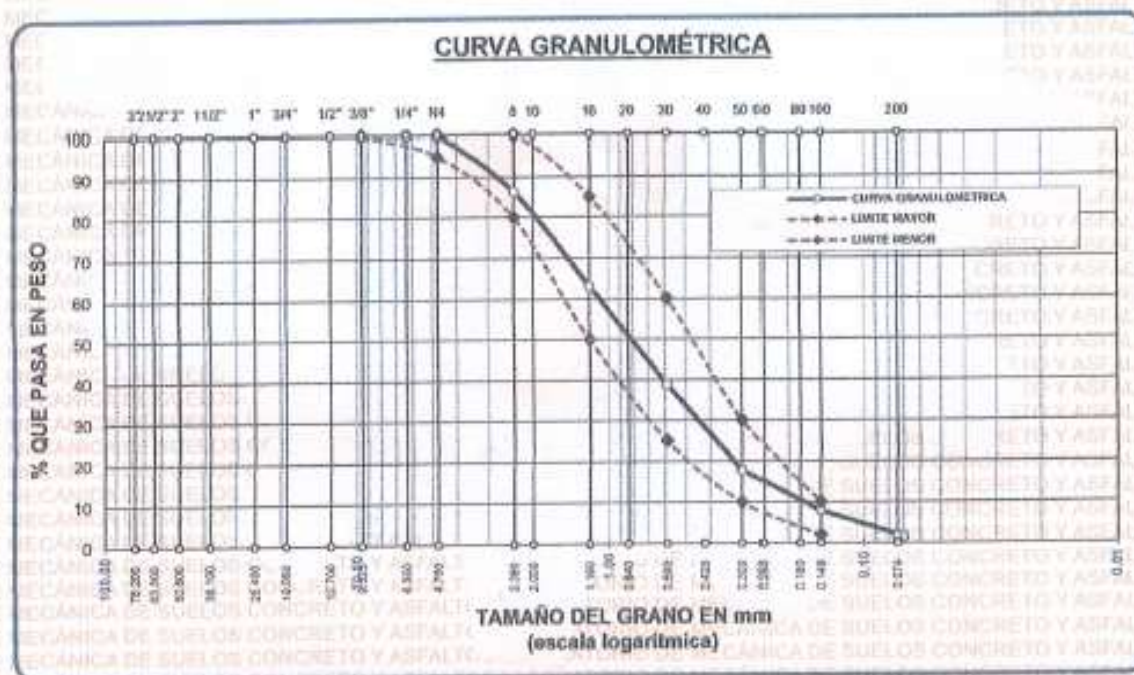
TESIS : INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES REICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : Bach. NIKE SANGA CANO

MUESTRA : ARENA

FECHA DE: 11 DE ENERO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	Módulo de Fineza = 2.86
No6	2.380	68.52	13.70	13.70	86.30	80 - 100 %	
No10	2.000						
No16	1.190	116.20	23.24	36.94	63.06	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	121.50	24.30	61.24	38.76	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	105.35	21.07	82.31	17.69	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	48.62	9.72	92.04	7.96	2-10%	
No200	0.074	32.17	6.43	98.47	1.53		
BASE		7.64	1.53	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		1.53					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD DE WASHINGTON CASERES VELAZQUEZ
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torre
CIP 103257

B. N° 006-00310379



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

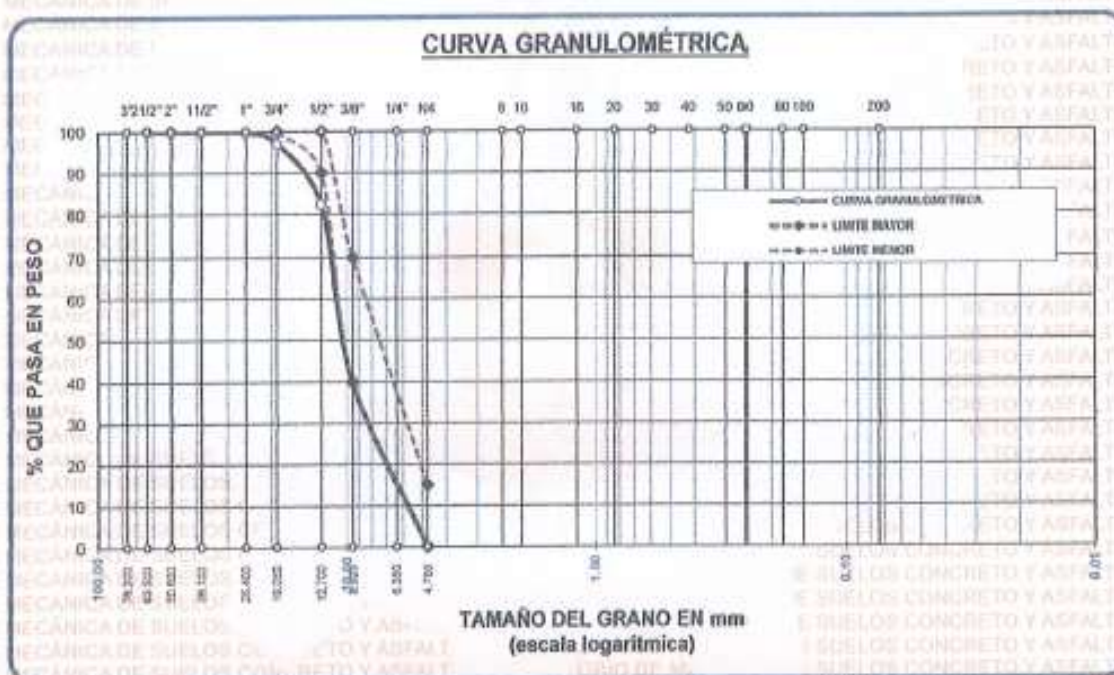
TESIS : INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES REICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : Bach. NIKE SANGA CANO

MUESTRA : GRAVA 80% - 20% LADRILLO REICLADO

FECHA : 11 DE ENERO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr.
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Tamaño máx. nominal = 3/4"
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	9.96	0.28	0.28	99.72		
3/4"	19.050	93.67	2.68	2.96	97.04	100 %	
1/2"	12.700	515.27	14.72	17.68	82.32	90 - 100 %	OBSERVACIONES:
3/8"	9.525	1491.50	42.61	60.30	39.70	40 - 70 %	
1/4"	6.350					0 - 15 %	
No.4	4.750	1389.60	39.70	100.00	0.00		
BASE		0.00	0.00	0.0	100.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00310379



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

TESIS : INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024
SOLICITANTE : Bach. NIKE SANGA CANO
MUESTRA : GRAVA 80% - 20% LADRILLO RECICLADO
FECHA : 11 DE ENERO DEL 2025

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7970 gr	7970 gr	7970 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3249 cm ³	3249 cm ³	3249 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12501.00 gr	12515.00 gr	12509.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4531.00 gr	4545.00 gr	4539.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.394 gr/cm ³	1.399 gr/cm ³	1.397 gr/cm ³
PROMEDIO	1.397 gr/cm ³		

DENSIDAD MÁXIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7970 gr	7970 gr	7970 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3249 cm ³	3249 cm ³	3249 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	12880.00 gr	12874.00 gr	12869.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	4910.00 gr	4904.00 gr	4899.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.511 gr/cm ³	1.509 gr/cm ³	1.508 gr/cm ³
PROMEDIO	1.509 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00310379



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

TESIS : INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : Bach. NIKE SANGA CANO

MUESTRA : ARENA

FECHA : 11 DE ENERO DEL 2025

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5975 gr	5975 gr	5975 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2099 cm ³	2099 cm ³	2099 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9260.00 gr	9239.00 gr	9258.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3285.00 gr	3264.00 gr	3281.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.555 gr/cm ³	1.555 gr/cm ³	1.563 gr/cm ³
PROMEDIO	1.561 gr/cm ³		

DENSIDAD MÁXIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5975 gr	5975 gr	5975 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2099 cm ³	2099 cm ³	2099 cm ³
N° DE CAPAS	3	3	3
N° DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9480.00 gr	9475.00 gr	9496.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3505.00 gr	3500.00 gr	3521.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.669 gr/cm ³	1.667 gr/cm ³	1.677 gr/cm ³
PROMEDIO	1.671 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

B. N° 006-00310379



DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$

TESIS : INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : Bach. NIKE SANGA CANO

CANTERA : ISLA

UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA - CARRETERA ISLA km 17

FECHA : 11 DE ENERO DEL 2025

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$ a los 28 días
entonces la resistencia promedio $F'cr = 294 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de $3''$ a $4''$ (76.2 mm. A 101.6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: $3/4''$ (19.05mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.59	2.52
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1509	1671
P.U. Suelto	1397	1561
% de Absorción	3.42	2.94
% de Humedad Natural	2.96	5.04
Modulo de Fineza	-	2.86

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

1. El asentamiento dado es de $3''$ a $4''$ (76.2 mm. A 101.6 mm.).
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal $3/4''$ (19.05mm).
3. Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 205 Lt/m^3
4. Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.0%
5. Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces la relación agua/cemento (a/c) será de: 0.56
6. De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.56) = 367 \text{ Kg/m}^3$$



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00310379



7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.86 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1509 Kg/m³ y un agregado, grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.614 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.6138) * (1509) = 926 \text{ Kg/m}^3$$

8. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m³ de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (367) / (2.88 * 1000) = 0.128 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (926) / (2.59 * 1000) = 0.357 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.710 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.710) = 0.290 \text{ m}^3$$

$$(0.290) * (2.52) * 1000 = 730 \text{ Kg/m}^3$$

9. De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidos los pesos de los agregados:

$$\text{Agregado grueso húmedo } (926) * (1.029628) = 954 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado Fino húmedo } (730) * (1.0504) = 766 \text{ Kg.}$$

10. El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$205 - 926 * \left(\frac{2.96 - 3.42}{100} \right) - 730 \left(\frac{5.04 - 2.94}{100} \right) = 194$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	367	1.00	367	1.00
Agua	205	0.558	194	0.53
Agreg. Grueso	926	2.52	954	2.60
Agreg. Fino	730	1.99	766	2.09
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.64 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	88.68 Kg.
Agregado grueso húmedo	110.34 Kg.
Agua efectiva	22.43 Kg.



 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257

B. N° 006-00310379



Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:

- 2.01 p3 de Arena
- 2.79 p3 de Grava
- 22 Lt de Agua

Redondeo

- 2.0 p3 de Arena
- 2.8 p3 de Grava
- 22 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACIÓN POR TANDAS.

* Se deberá de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



INVESTIGADOR: NESTOR CEBRES VELAZQUEZ
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
O/P 103257

B. N° 006-00310379



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELASCO"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS BÁSICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : Bach. NIKE SANGA CANO

MUESTRA : PATRÓN

LUGAR : DISTRITO DE SAN MIGUEL

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2025

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DÍAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm M-1	28190.00	14.98	176.24	159.95	210	18/02/2025	25/02/2025	7	76.17%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-2	27250.00	15.02	177.19	153.79	210	18/02/2025	25/02/2025	7	73.23%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-3	28060.00	15.03	177.42	158.16	210	18/02/2025	25/02/2025	7	75.31%
PROMEDIO kg/cm ²					157.30		PROMEDIO			74.90%

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DÍAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-1	34780.00	15.02	177.19	196.29	210	18/02/2025	4/03/2025	14	93.47%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-2	35700.00	15.03	177.42	201.22	210	18/02/2025	4/03/2025	14	95.82%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-3	34370.00	15.05	177.89	193.21	210	18/02/2025	4/03/2025	14	92.00%
PROMEDIO kg/cm ²					196.90		PROMEDIO			93.76%

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DÍAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm M-1	41200.00	15.06	178.13	231.29	210	18/02/2025	18/03/2025	28	110.14%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-2	40920.00	15.02	177.19	230.94	210	18/02/2025	18/03/2025	28	109.97%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-3	41440.00	15.04	177.66	233.25	210	18/02/2025	18/03/2025	28	111.07%
PROMEDIO kg/cm ²					231.83		PROMEDIO			110.39%

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELASCO"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS BÁSICAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00310379



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : Bachi, NIKE SANGA CANO

MUESTRA : PATRÓN CON 5% DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS

LUGAR : DISTRITO DE SAN MIGUEL

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2025

EDAD : 7 DÍAS - MUESTRA CON 5% DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
		Kg	cm	cm²	Kg/cm²	Kg/cm²				
1	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm M-1	28100.00	14.98	176.24	159.44	210	18/02/2025	25/02/2025	7	75.92%
2	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm M-2	27660.00	14.96	175.77	157.36	210	18/02/2025	25/02/2025	7	74.94%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-3	28400.00	15.01	176.95	160.50	210	18/02/2025	25/02/2025	7	76.45%
PROMEDIO kg/cm²					159.10				PROMEDIO	75.76%

EDAD : 14 DÍAS - MUESTRA CON 5% DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
		Kg	cm	cm²	Kg/cm²	Kg/cm²				
1	PROBETA DE PRUEBA 14.99 x 30.0 cm M-1	34570.00	14.99	176.48	195.89	210	18/02/2025	4/03/2025	14	93.28%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-2	34900.00	15.01	176.95	197.23	210	18/02/2025	4/03/2025	14	93.92%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-3	35660.00	15.03	177.42	200.99	210	18/02/2025	4/03/2025	14	95.71%
PROMEDIO kg/cm²					198.04				PROMEDIO	94.30%

EDAD : 28 DÍAS - MUESTRA CON 5% DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
		Kg	cm	cm²	Kg/cm²	Kg/cm²				
1	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-1	40460.00	15.01	176.95	228.65	210	18/02/2025	18/03/2025	28	108.88%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-2	41960.00	15.02	177.19	236.81	210	18/02/2025	18/03/2025	28	112.77%
3	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm M-3	41400.00	14.98	176.24	234.91	210	18/02/2025	18/03/2025	28	111.86%
PROMEDIO kg/cm²					233.46				PROMEDIO	111.17%

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA "HÉCTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.
25/03/2025
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00310379



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CACERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP: 339.034

TESIS: INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE: Bach. NIKE SANGA CANO

MUESTRA: PATRÓN CON 10% DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS

LUGAR: DISTRITO DE SAN MIGUEL

FECHA: 18 DE MARZO DEL 2025

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON 10% DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-1	26370.00	15.02	177.19	148.82	210	18/02/2025	25/02/2025	7	70.87%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-2	25760.00	15.04	177.66	145.00	210	18/02/2025	25/02/2025	7	69.05%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm M-3	27010.00	15.00	176.71	152.85	210	18/02/2025	25/02/2025	7	72.79%
		PROMEDIO kg/cm ²			148.89		PROMEDIO			70.90%

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON 10% DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm M-1	33250.00	14.98	176.24	188.66	210	18/02/2025	4/03/2025	14	89.84%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-2	34110.00	15.03	177.42	192.26	210	18/02/2025	4/03/2025	14	91.55%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-3	32770.00	15.04	177.66	184.45	210	18/02/2025	4/03/2025	14	87.83%
		PROMEDIO kg/cm ²			188.46		PROMEDIO			89.74%

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON 10% DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-1	37350.00	15.02	177.19	210.79	210	18/02/2025	18/03/2025	28	100.38%
2	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm M-2	38810.00	14.98	176.24	220.21	210	18/02/2025	18/03/2025	28	104.86%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-3	38630.00	15.01	176.95	218.31	210	18/02/2025	18/03/2025	28	103.96%
		PROMEDIO kg/cm ²			216.44		PROMEDIO			103.07%

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CACERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00310379



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CACERES VELÁSQUEZ"

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES

MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : Bach. NIKE SANGA CANO

MUESTRA : PATRÓN CON 15% DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS

LUGAR : DISTRITO DE SAN MIGUEL

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2025

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON 15% DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON 15% DE RECUBRIMIENTO DE REFORZAMIENTO										
N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-1	23310.00	15.02	177.19	131.55	210	18/02/2025	25/02/2025	7	62.64%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-2	22900.00	15.02	177.19	129.24	210	18/02/2025	25/02/2025	7	61.54%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm M-3	22610.00	15.00	176.71	127.95	210	18/02/2025	25/02/2025	7	60.93%
			PROMEDIO kg/cm2		129.58	PROMEDIO			61.71%	

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON 15% DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON 15% DE RESIDUO DE REFINANCIO											
Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
			Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm		30220.00	15.03	177.42	170.33	210	18/02/2025	4/03/2025	14	81.11%
	M-1										
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm		29740.00	15.03	177.42	167.62	210	18/02/2025	4/03/2025	14	79.82%
	M-2										
3	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm		30030.00	15.04	177.66	169.03	210	18/02/2025	4/03/2025	14	80.49%
	M-3										
				PROMEDIO kg/cm2		169.00			PROMEDIO		80.47%

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON 15% DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON 15% DE RESERVA DE AGREGADOS										
N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-1	35260.00	15.02	177.19	199.00	210	18/02/2025	18/03/2025	28	94.76%
2	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm M-2	35310.00	14.98	176.24	200.35	210	18/02/2025	18/03/2025	28	95.41%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-3	34810.00	15.01	176.95	196.72	210	18/02/2025	18/03/2025	28	93.68%
			PROMEDIO kg/cm2		198.69		PROMEDIO			94.61%

OBSERVACIONES:

1. LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CACERES VELÁSQUEZ"
FIC/CAP. INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arinaldo Yana Torres
CIP 103257



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEBIS : INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : Bach. NIKE SANGA CAMO

MUESTRA : PATRÓN (20% LADRILLO RECICLADO)

LUGAR : DISTRITO DE SAN MIGUEL

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2025

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	FC Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-1	27650.00	15.04	177.66	155.63	210	18/02/2025	25/02/2025	7	74.11%
2	PROBETA DE PRUEBA 14.97 x 30.0 cm M-2	27880.00	14.97	176.01	158.40	210	18/02/2025	25/02/2025	7	75.43%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-3	26570.00	15.02	177.19	149.95	210	18/02/2025	25/02/2025	7	71.41%
PROMEDIO kg/cm²					154.66		PROMEDIO			73.65%

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	FC Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-1	33670.00	15.05	177.89	189.27	210	18/02/2025	4/03/2025	14	90.13%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-2	35200.00	15.01	176.95	198.93	210	18/02/2025	4/03/2025	14	94.73%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-3	34170.00	15.03	177.42	192.59	210	18/02/2025	4/03/2025	14	91.71%
PROMEDIO kg/cm²					193.60		PROMEDIO			92.19%

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm²	ESF. ROTURA Kg/cm²	FC Kg/cm²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-1	40550.00	15.04	177.66	228.24	210	18/02/2025	18/03/2025	28	108.69%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-2	40700.00	15.01	176.95	230.01	210	18/02/2025	18/03/2025	28	109.53%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-3	39650.00	15.05	177.89	222.89	210	18/02/2025	18/03/2025	28	106.14%
PROMEDIO kg/cm²					227.05		PROMEDIO			108.12%

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁZQUEZ"
FICP - CIP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B, N° 006-00310379



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA ASTM C - 78

TESIS : INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SÓLICITANTE : BACH. NIKE SANGA CANO

MUESTRA : PATRÓN (20% LADRILLO RECICLADO) CON RECICLAJE DE NEUMÁTICO (5%, 10%, 15%)

LUGAR : DISTRITO DE SAN MIGUEL

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2025

EDAD : 28 DÍAS - MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA PATRÓN	18/02/2025	18/03/2025	28	30.00	15.04	15.07	4020.00	35.31
2	VIGA PATRÓN	18/02/2025	18/03/2025	28	30.00	14.98	15.03	3970.00	35.20
3	VIGA PATRÓN	18/02/2025	18/03/2025	28	30.00	15.02	15.04	3950.00	34.88
Promedio kg/cm ²									35.13

EDAD : 28 DÍAS - MUESTRA CON 5% RECICLAJE DE NEUMÁTICOS

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA 1 - 5% RN	18/02/2025	18/03/2025	28	30.00	15.04	15.06	4210.00	37.03
2	VIGA 2 - 5% RN	18/02/2025	18/03/2025	28	30.00	15.02	15.04	4330.00	38.23
3	VIGA 3 - 5% RN	18/02/2025	18/03/2025	28	30.00	15.06	15.03	4130.00	36.42
Promedio kg/cm ²									37.23

EDAD : 28 DÍAS - MUESTRA CON 10% RECICLAJE DE NEUMÁTICOS

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA 1 - 10% RN	18/02/2025	18/03/2025	28	30.00	15.04	15.00	4310.00	38.21
2	VIGA 2 - 10% RN	18/02/2025	18/03/2025	28	30.00	15.03	15.05	4340.00	38.25
3	VIGA 3 - 10% RN	18/02/2025	18/03/2025	28	30.00	15.05	15.02	4290.00	37.91
PROMEDIO kg/cm ²									38.12

EDAD : 28 DÍAS - MUESTRA CON 15% RECICLAJE DE NEUMÁTICOS

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA 1 - 15% RN	18/02/2025	18/03/2025	28	30.00	15.01	15.00	3790.00	33.67
2	VIGA 2 - 15% RN	18/02/2025	18/03/2025	28	30.00	14.93	15.02	3810.00	33.93
3	VIGA 3 - 15% RN	18/02/2025	18/03/2025	28	30.00	15.00	15.00	3850.00	34.22
PROMEDIO kg/cm ²									33.94

OBSERVACIONES:

*LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁZQUEZ"
FIC - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 10-06-2020

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: NIKE SANGA CANO

Dirección: URB. LA RINCONADA 2E I-8

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 71831698

Teléfono: 915053335 email: sanike1994@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: INCIDENCIA DEL USO DE MATERIALES RECICLADOS DE LADRILLOS Y
NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO
EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): Ladrillos reciclados, neumáticos reciclados, concreto hidráulico

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- ☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- ☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- ☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- ☐ Sí autorizo
- ☒ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

☒ Internacional

☐ Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – PI7

Firma de Autor



huella digital

10-06-2026

Fecha