



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS
CON MATERIALES DE RECICLAJE DE
LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA - PERÚ

2024



NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A
LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS
CON MATERIALES DE RECICLAJE DE
LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

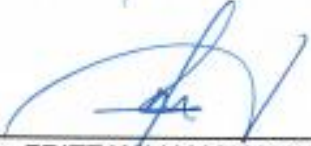
PRIMER MIEMBRO

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

SEGUNDO MIEMBRO

:


Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS

:


Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1848-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliana, 23 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 18307 presentado por el (la) Bachiller: **GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA** 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. **GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** 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 mérito 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. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- * **2do Miembro** : Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ARTICULO SEGUNDO - RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Dr. MILTHON QUISPE HUANCA.

ARTICULO TERCERO - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Jueves 26 de diciembre del 2024
- * **HORA** : 09:00 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.



[Firma]
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIF 47790



[Firma]
Dr. Efraim Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:
Archivo
intermedio (a)

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1550-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 21 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 4690 por el señor (a): **GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 1362 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 283 - 2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) **Titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO**, 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° 283 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) **titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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): **GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**.

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 CIENCIAS PURASDr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Efraim Porillo Rosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNCC:
Archivo
Interesado (a)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 042-2023-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 14 de noviembre del 2023.

VISTO: El expediente N° 2023-CU-001512, presentado por el señor (a) **GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, el **PROVEIDO - N° N° 015-2023-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 015 - 2023 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 (la) estudiante: **GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA**, ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO**, 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 **Mgtr. Arnuldo 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° 015-2023 aprobando la propuesta de investigación titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA MATERIALES**.

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 o (la) Bachiller: **GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA MATERIALES**.

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** al (a la), **Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA**.

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
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASMILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP 47760UNIVERSIDAD ANDINA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Efraín Acuña Soto
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNCc:
Archivo 2023
Intermediado (a)



ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

biblioteca.usac.edu.gt

Fuente de Internet

2%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

3

repositorio.uap.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.upla.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

6

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

7

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1%

8

www.uca.edu.sv

Fuente de Internet

<1%

9

repositorio.udh.edu.pe



Metadatos complementarios - UANCV



Título de la tesis	
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	46965419
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0007-7083-9644
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02424528
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-4219-1007
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro Del Jurado 1	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro Del Jurado 2	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento de identidad	DNI



Número de documento de identidad	02306659
Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin Financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	Ubicación: País: Perú Departamento: Puno Provincia: Puno Distrito: Puno Localidad: Puno Coordenadas: Latitud: 15°50'11.5"S Longitud: 70°01'37.3" W https://maps.app.goo.gl/E9bxKJcYR1AEi19e6 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Noviembre 2023 – Enero 2024
URL de disciplinas OCDE	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


Dr. Efraín Pareda 2088
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA, identificado con DNI

Nro. 46965419 en mi condición de egresado de:

- ☒ Escuela Profesional
☐ Programa de Segunda Especialidad,
☐ Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA CIVIL

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

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES DE RECICLAJE DE LLANTOS Y LADRILLOS, PUNO"

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 13 de OCTUBRE del 2005


MILTHON CORNEJO HUANCA



FIRMA (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mi madre: Felicitas Coaquira Coarite por ser pilar fundamental de confianza en mi vida quien ha sabido ser ejemplo de perseverancia, también a mi hija: Ailee Zhoemi quien desde que nació ilumino mi camino profesional con motivación para mostrarle una vida lleno de logros ya que hubo momentos de resignación hacia mi carrera profesional y por último a mis hermanos: Rocio, Eduviges, Ciro, Jhonnatan y M.E.A.R. por ser la compañía idónea en momentos tristes y alegres de mi vida.



AGRADECIMIENTO

A DIOS por iluminar mi camino a lo largo de la vida, brindarme salud, sabiduría para andar por un camino de buenos principios y valores.

A mis compañeros por ser parte esencial en los claustros de la universidad. A la UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ por darme la oportunidad de ser parte de tan prestigiosa carrera profesional y por último a mis docentes que me inculcaron conocimiento y experiencia para lo largo de la vida profesional.



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. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	xvi
1.1. Exposición de la situación problemática	xvi
1.2. Formulación del planteamiento del problema	xviii
1.2.1. Problema general	xviii
1.2.2. Problema específico	xviii
1.3. Justificación de la investigación.....	xviii
1.3.1. Justificación ambiental.....	xix
1.3.2. Justificación práctica.....	xix
1.4. Objetivos	xix
1.4.1. Objetivo general.....	xix
1.4.2. Objetivos específicos	xix
1.5. Hipótesis.....	xx
1.5.1. Hipótesis general.....	xx
1.5.2. Hipótesis específicas	xx
1.6. Variables e indicadores	xx



1.6.1.	Conceptualización de variables.....	XX
1.6.2.	Operacionalización de sus variables	xxi
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.....	23
2.2.	Bases teóricas.....	24
2.2.1.	Concreto	24
2.2.2.	Generalidades.....	25
2.2.3.	La excelencia general de los agregados	26
2.2.4.	Propiedades generales del concreto.....	27
2.2.5.	Materiales constituyentes del concreto.....	34
2.2.6.	Tipos de cemento	36
2.2.7.	Componentes físicos del cemento.....	38
2.2.8.	Componentes químicos de los cementos.....	39
2.2.9.	Agregados	41
2.2.10.	Composición.....	42
2.2.11.	Calidad	43
2.2.12.	Agregado grueso	44
2.2.13.	Agua	45
2.3.	Materiales no biodegradables.....	47
2.3.1.	Jebe de llantas.....	47
2.3.2.	Materiales Constituyentes.....	51
2.3.3.	Problemas ambientales derivados de su mala disposición	53
2.3.4.	Formas de reciclaje actuales.....	55
2.4.	Material Biodegradable	57



2.4.1.	Ladrillo.....	57
2.5.	Diseño de mezclas	59
2.5.1.	Alcances para el diseño de mezclas	61
2.5.2.	Criterios básicos en el diseño.....	61
2.5.3.	Asentamiento	65
2.5.4.	Resistencia a la compresión.....	67
3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	68
3.1.	Método de la investigación.....	68
3.2.	Diseño de Investigación.....	68
3.2.1.	Enfoque de la investigación	68
3.3.	Nivel de la investigación	68
3.3.1.	Investigación experimental.....	69
3.3.2.	Investigación relacional	69
3.3.3.	Tipo de investigación	69
3.4.	Normas de ingeniería.....	71
3.5.	Población y Muestra.....	71
3.5.1.	Población	71
3.5.2.	Muestra	72
3.6.	Procedimiento de Recolección de datos.....	72
3.7.	Ensayos realizados.....	74
3.7.1.	Análisis Granulométrico.....	74
3.7.2.	Materiales y Herramientas	75
3.7.3.	Peso específico (P.e.).....	76
3.7.4.	Absorción de los agregados	77
3.7.5.	Agregado Grueso	78
3.7.6.	Agregado Fino.....	78
3.8.	Contenido de Humedad.....	78



3.8.1.	Objetivos	79
3.8.2.	Material y equipos	79
3.8.3.	Modulo de Fineza	80
3.8.4.	Peso Unitario	81
3.8.5.	Peso Unitario Suelto	82
3.8.6.	Peso Unitario Compacto	82
3.9.	Diseño de las Mezclas	82
3.9.1.	Elaboración de las probetas para la prueba a la compresión	83
3.9.2.	Proporción y medida de los materiales	83
3.9.3.	Combinación de los materiales	84
3.9.4.	Moldeado de muestras	85
3.9.5.	Desencofrado	86
3.9.6.	Curado	87
3.9.7.	Ensayo de Asentamiento (Slump)	88
3.9.8.	Resistencia a la compresión	90
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	94
4.1.	Resultados obtenidos	94
4.1.1.	Resultados de la caracterización del suelo	94
4.1.2.	Resultados de la resistencia a la compresión a los 7 días	98



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	xxi
Tabla 2 Porcentaje en peso de materias dañinas	43
Tabla 3 Porciones de elementos deteriorados del agregado grueso	45
Tabla 4 Contenido de humedad	94
Tabla 5 Absorción y peso específico	95
Tabla 6 Peso Unitario suelto y varillado	95
Tabla 7 Granulometría arena	95
Tabla 8 Resultados de la caracterización de los agregados	96
Tabla 9 Datos de la dosificación de muestras	96
Tabla 10 Datos de la cuantificación en peso	97
Tabla 11 Datos de la cuantificación en peso	98
Tabla 12 Resultados de resistencia a compresión de la muestra patrón	98
Tabla 13 Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 5% caucho reciclado	99
Tabla 14 Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 10% caucho reciclado	100
Tabla 15 Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 20% caucho reciclado	100
Tabla 16 Resultados de resistencia a compresión de la muestra patrón 28 días	102
Tabla 17 Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 5% caucho reciclado	103
Tabla 18 Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 10% caucho reciclado	103



Tabla 19 Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 20% caucho reciclado	104
---	-----



INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proceso de fabricación del cemento	35
Figura 2 Partes de una llanta.....	51
Figura 3 Combustión masiva en llantas	54
Figura 4 Material de jebe triturado	73
Figura 5 Acopio de materiales	84
Figura 6 Combinación de materiales	85
Figura 7 Preparación de probetas.....	86
Figura 8 Desencofrado de briquetas.....	87
Figura 9 Prueba de slump	89
Figura 10 Medición de las muestras	92
Figura 11 Peso de los especímenes.....	92
Figura 12 Curva granulométrica	95
Figura 13 Cuantificación en volumen.....	97
Figura 14 Cuantificación en peso	97
Figura 15 Resistencia a los 7 días	99
Figura 16 Comparación de resultados 7 días	101
Figura 17 Resistencia a los 28 días	102
Figura 18 Comparación a los 28 días.....	105



RESUMEN

Este estudio analiza la resistencia a la compresión lograda con dosificaciones de hormigón que involucran contenido reciclado, ladrillo y llantas. Al comparar los resultados con los obtenidos en mezclas de concreto ordinarias, estos materiales han sido tratados de tal manera que los fragmentos sean lo suficientemente pequeños como para mezclarse con otros materiales de concreto. La agrupación de los materiales en cuestión en el hormigón tiene el mismo porcentaje en volumen para la mezcla con el fin de comprender las diferentes posiciones dadas las concentraciones similares, con el objetivo de realizar comparaciones directas con otras mezclas. Por un lado, se realizaron ensayos de resistencia y asentamiento sobre concreto fresco en probetas cilíndricas según normas ASTM. Los valores derivados de estos ensayos pueden demostrar que la agregación de estos componentes reciclados reduce la resistencia y el trabajo de la mezcla de hormigón. En general, las dosificaciones añadidas al concreto con partículas de ladrillo y jebe de llantas son adecuadas para un uso ocasional, ya que la reducción de la resistencia es igual a la cantidad de uso de la mezcla examinada y, por tanto, debe limitarse a elementos no estructurales.

Palabras Clave: concreto, resistencia a la compresión, materiales reciclados, ladrillo, llanta.



ABSTRACT

This study analyzes the compressive strength achieved with concrete batches that involve recycled content, brick and tires. When comparing the results with those obtained in ordinary concrete mixes, these materials have been treated in such a way that the fragments are small enough to mix with other concrete materials. The grouping of the materials in question in the concrete has the same volume percentage for the mixture in order to understand the different positions given the similar concentrations, with the aim of making direct comparisons with other mixtures. On the one hand, resistance and settlement tests were carried out on fresh concrete in cylindrical specimens according to ASTM standards. The values derived from these tests can demonstrate that the addition of these recycled components reduces the strength and work of the concrete mix. In general, dosages added to concrete with brick particles and tire rubber are adequate for occasional use, since the reduction in resistance is equal to the use amount of the mixture examined and, therefore, should be limited to non-structural elements.

Keywords: concrete, compressive strength, recycled materials, brick, tire.



INTRODUCCIÓN

En términos generales, los problemas ambientales que enfrentamos son la contaminación del suelo, el agua y el aire debido a la formación de residuos sólidos no tratados. Los enfoques tecnológicos tradicionales se basan esencialmente en procedimientos de gestión de residuos, que se refieren a la devolución de estos desechos al medio ambiente. Asegurar el mantenimiento de su capacidad de producción de manera adecuada.

En el sector de la construcción del municipio de Puno también se generan residuos a partir de restos de llantas y materiales de ladrillo, los cuales, si bien existen regulaciones, en la práctica no se implementan, incluso por la indiferencia hacia estos residuos. Se almacenan, generando grandes cantidades de residuos que son trasladados y amontonados en diferentes puntos de venta de la ciudad, provocando cambios ambientales.

Asimismo, cabe mencionar que para producir concreto y aplicarlo en diferentes construcciones, los áridos finos y gruesos son la materia prima básica, los cuales se extraen de canteras naturales ubicadas a lo largo del mismo río. (por ejemplo, de la comunidad Ella), debido a su extracción indiscriminada, cambiaron el entorno sin causar ningún impacto.

Es por esta razón que, al realizar la presente investigación, consideramos esfuerzos para abordar este problema ambiental, con un sustituto de estos áridos naturales fabricado con materiales reciclados resultantes de un manejo y disposición inadecuados. Material.



La base de gestión de residuos sólidos generados por el sector de la construcción de mi país está regulada por la Ley N° 27314, la Ley General de Residuos Sólidos y la Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental N° 28611

En este estudio, el material reciclado (ladrillo) se consideró a la luz de estos criterios se obtuvo de la vía pública y de lugares de recolección de llantas (llanterías) y se afirmó que los residuos fueron seleccionados y procesados con el objetivo de preparar la actual tesis

La investigación está conformada por los siguientes capítulos:

En el capítulo I, se plantea el problema de la investigación

En el capítulo II, Primeramente, presentamos los antecedentes de la investigación, en el ámbito internacional, local y nacional. Además, se ofrece para que los estudiantes puedan comprender las ideas fundamentales del estudio, y por último, el marco conceptual que se apoyan en la mención de más recientes.

En el capítulo III, se desarrolla lo concerniente a la metodología de la investigación, en la cual se define el diseño, método, nivel y correspondiente al tema de la presente.

En el capítulo IV, planteamos los resultados de los ensayos realizados.



CAPTITULO I

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Exposición de la situación problemática

Distribución inconsciente de enormes cantidades de dinero y productividad exagerada cantidades de ladrillo y jebe de llanta son algunos de los problemas más importantes que afectan la ecología del planeta y son más peligrosos en países subdesarrollados, como lamentablemente ocurre en lugares como Perú.

Mientras que algunos neumáticos se han reciclado y reutilizado durante un tiempo, otros se han acumulado en determinados lugares o se han tirado en espacios públicos, poniendo en peligro nuestro ecosistema y nuestro bienestar.

El reciclaje ofrece una alternativa para solucionar parcialmente el problema de la basura al convertir los desechos sólidos en materias primas únicas, excluyendo los desechos saludables y peligrosos. Para lograr este objetivo, se reutilizan ladrillos y llantas desechadas de las calles (como ladrillos de diferentes características y llantas) u otros materiales.



De manera similar, la gran cantidad de materiales de construcción, como el concreto, conduce a la compra excesiva de materias primas que normalmente se encuentran en la naturaleza, lo que resulta en la extracción de estos recursos naturales, alternativa a las lesiones ambientales y paisajistas, lo que lleva a organizaciones y autoridades que protegen el medio ambiente

Las autoridades locales y nacionales están reduciendo gradualmente su acceso a estos recursos.

En la industria minera, la preocupación por el medio ambiente no es un tema importante. Además, se enfatiza el problema de la acumulación de desechos, así como el aumento equitativo de los neumáticos en comparación con el parque del automóvil.

La falta de información sobre los programas de misión de desechos contribuye a la problemática ambiental de los restos de neumáticos. Esto se debe tanto a factores culturales como a la falta de políticas y estudios que hagan hincapié en la reutilización, reciclaje y disposición final de este tipo de desechos.

La reutilización de neumáticos y plásticos como componentes reciclados en el hormigón podría explorarse basándose en los siguientes puntos de vista, como la alta productividad de estos materiales, el número limitado de lugares de eliminación definitiva para ellos y la escasez de recursos pétreos. La decisión de trabajar juntos por el bien común en términos de protección medioambiental, avance tecnológico y beneficio económico es evidente en este caso.

El propósito de la investigación es determinar la factibilidad técnica de utilizar los desechos de neumáticos y plástico como materiales para fabricar



concreto. Este informe describe los propósitos de la investigación. Tras desarrollar la interpretación física y mecánica de los componentes reciclados y naturales, presentar el proyecto experimental, evaluar los resultados de las pruebas y programar las conclusiones y recomendaciones, el proyecto llegará a su fin.

1.2. Formulación del planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo afecta la resistencia mecánica del concreto a la compresión la incorporación de materiales rehusados como ladrillos y jebes de llanta?

1.2.2. Problema específico

1. ¿Será posible utilizar el concreto con o sin agregar material de rehusó de ladrillo y jebe de llanta, y serán adecuadas para mezclas de concreto para obtener la resistencia deseada?
2. ¿Cuál es la proporción ideal de material reciclado, como ladrillos y jebes de llantas, en el concreto para obtener la resistencia a compresión ideal?
3. ¿Cómo mejora el medio ambiente el uso de materiales de rehusó como el ladrillo y el jebe de llantas en mezclas de concreto?

1.3. Justificación de la investigación

La investigación actual se enfoca en la clasificación y mecánica de procesos de los desechos de concreto, utilizando una serie de técnicas de ingeniería bajo la protección del laboratorio de suelos de la facultad de



Ingenierías y ciencias puras de la UANCV. Se encontrará justificación técnica en este aspecto.

1.3.1. Justificación ambiental

Esta tesis se enfoca en el reciclaje y reutilización de materiales que se desperdician con frecuencia, los cuales tienen un impacto negativo en nuestro medio ambiente. Desde otro punto de vista, la eliminación de agregados (compuestos de agregados gruesos y finos) de El ecosistema se ve afectado negativamente por las canteras que producen hormigón y eventualmente terminará con la eliminación de estos agregados. Por lo tanto, este estudio propone la creación de un método para

1.3.2. Justificación practica

Además, se ha descubierto que es difícil y costoso obtenerlo agregado en lugares como en la selva y lejos de las canteras. Por lo tanto, reciclar agregados ladrillos de diferentes características y llantas es una opción atractiva que puede disminuir los costos y ser viable económicamente.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Analizar las propiedades mecánicas a compresión del concreto cuando se agrega material de rehúso como ladrillos y jebes de llantas.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Determine la resistencia a compresión del concreto con y sin agregar material de rehusó como ladrillos y jebes de llantas, así como si estos



materiales pueden utilizarse en mezclas de concreto para obtener la resistencia deseada

2. Determinar el comportamiento óptimo de resistencia a compresión, agregando un porcentaje de material rehusado, como ladrillo y jebe de llanta.
3. Identificar los beneficios del uso de materiales de rehúso como ladrillos y jebes de llantas en mezclas de concreto para mejorar el medio ambiente

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La adición de materiales reciclados como el ladrillo y el jebe de llanta mejoraría la resistencia a compresión del concreto en puno

1.5.2. Hipótesis específicas

1. El concreto que incorpora ladrillos y jebes de llantas tendrá una mayor resistencia a compresión que el concreto sin estos materiales, y puede utilizarse para alcanzar la resistencia requerida.
2. Con la incorporación del, la resistencia a compresión del concreto será ideal, 10% de jebe de llantas rehusadas y 10% de ladrillo rehusado.
3. El uso de materiales rehusados como ladrillos y jebes de llantas en mezclas de concreto mejorará el medio ambiente

1.6. Variables e indicadores

1.6.1. Conceptualización de variables

Variable independiente



Materiales rehusados de ladrillo y jebe de llantas en un porcentaje específico son adecuados para la fabricación de concreto.

Variable dependiente

Comportamiento del concreto en relación con sus características mecánicas de resistencia a compresión

1.6.2. Operacionalización de sus variables

Tabla 1 *Operacionalización de variables*

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
Reciclaje de llantas y ladrillos	El reciclaje de llantas y ladrillos se refiere al proceso de reutilización de estos materiales de desecho en nuevas aplicaciones, en lugar de descartarlos en el medio ambiente. Este proceso implica la transformación de llantas y ladrillos en fragmentos o partículas que pueden ser reincorporados en la fabricación de concreto,	En esta investigación, el reciclaje de llantas y ladrillos se operacionaliza mediante la incorporación de partículas trituradas de caucho de llanta y residuos cerámicos de ladrillo en distintas proporciones en mezclas de concreto. Las partículas de llanta y de ladrillo se obtienen mediante procesos de trituración que aseguran tamaños específicos para su función como agregados	Proporción de ladrillo reciclado y caucho	Porcentaje de 5%, 10%, 20% caucho y reciclaje de ladrillo	Porcentaje (%)
Resistencia a la compresión	Palomino (2018) La resistencia a la compresión es la capacidad de un material para soportar cargas axiales sin sufrir deformación o ruptura. En materiales de construcción como el adobe, este parámetro determina la capacidad del material para sostener estructuras.	La resistencia a la compresión se medirá utilizando una máquina de compresión, que aplicará una carga axial sobre los bloques de concreto hasta que el material falle. El resultado se expresará en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2), y se registrarán los valores			Porcentaje (%)
			Resistencia a la tracción	Fuerza máxima que soporta el adobe antes de fallar (kg/cm^2)	Kg/cm^2
			Resistencia a la compresión	Fuerza máxima que soporta el adobe antes de fallar (kg/cm^2)	Kg/cm^2



CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

Para F. Azevedo, F. Pacheco-Torgal, C. Jesus, J.L. Barroso de Aguiar, A.F. Camões (2012) en su investigación titulada "Propiedades y durabilidad del hormigón de alto rendimiento utilizando residuos de caucho, Materiales de construcción y edificación, volumen 34", Cada año, casi mil millones de neumáticos se desechan tras cumplir su función y se espera que otros 5.000 millones más sean desechados periódicamente hasta el año 2030. Hasta ahora, una pequeña parte se recicla y millones de neumáticos simplemente se almacenan, se depositan en vertederos o enterrado. Este artículo presenta resultados sobre las propiedades y la durabilidad del HPC con sustitución parcial de arena por desechos de caucho de neumáticos. Las cenizas volantes y el metacaolín se utilizan como reemplazo parcial del cemento. El desempeño de durabilidad se evaluó mediante la absorción de agua por los capilares y protección contra el ataque del ácido sulfúrico. Los resultados muestran la existencia de un efecto sinérgico entre las cenizas volantes y el metacaolín que minimiza la pérdida de resistencia asociada al uso de residuos de caucho. Los resultados también muestran que es posible utilizar residuos de caucho hasta un 15% y aún así mantener una alta resistencia al ataque de los ácidos. Las mezclas con El metacaolín (15 %) y las cenizas volantes (45 %) presentan una resistividad mucho mayor.

al ser atacados por el ácido sulfúrico que la mezcla de referencia, independientemente del contenido de residuos de caucho.

2.1.2. Antecedentes a nivel nacional

En su trabajo de investigación " Investigación del efecto del plástico (PET) sobre la resistencia a la compresión del hormigón ($f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$) en Tarapoto.", Pinedo (2019) afirma que el objetivo principal de la investigación era determinar si la resistencia a la compresión del hormigón puede mejorarse añadiendo plástico PET reciclado. Según esto, se utilizaron los siguientes materiales en la investigación: agregados finos y gruesos provenientes del río Huallaga, así como el cemento Pacasmayo tipo 1. El plástico PET se obtuvo triturando envases de plástico reciclado. Durante las siete investigaciones, se agregó un porcentaje de plástico reciclado PET del 5 %, 10 % y 15 % a las probetas y se mezclaron con agua. El objetivo era realizar ensayo e aguante a la compresión durante 7 a 28 días para comparar con la muestra normal. El siguiente es un resumen de los resultados que se lograron: El aguante a la compresión del concreto sin agregar el plástico PET durante 28 días fue de 220 kg/cm^2 . En otro ámbito, el aguante a la compresión del concreto aumentó con la adición de 5%, 10% y 15% de plástico PET, lo que resultó en 191 kg/cm^2 , 168.25 kg/cm^2 y 151.31 kg/cm^2 . Esto indica que agregar más porcentaje de plástico PET a la mezcla reducirá la resistencia a la compresión del concreto. Después de todo, gracias a las resistencias a la compresión superiores a 140 kg/cm^2 y 175 kg/cm^2 , El plástico PET reciclado añadido al hormigón puede

utilizarse en partes que no sean estructurales, lo que reduce la contaminación ambiental causada por las llantas.

2.1.3. Antecedentes a nivel regional o local

En su estudio " Puno, Perú, hormigón de alta resistencia inicial con polímeros superabsorbentes añadidos: características de trabajabilidad y resistencia a la compresión", Parizaca (2015) señaló que el objetivo de la investigación fue evaluar porque este tipo de hormigón tenía problemas con el desarrollo del cemento, y la adición de polímeros superabsorbentes a una combinación con una alta resistencia inicial mejoró su rendimiento. Debido a la escasa relación cemento-agua (0.4 a menos), sus compuestos se humedecieron y se requirió el suministro de agua desde la parte interna debido a la dificultad de introducir agua desde la parte externa, referenciando la baja permeabilidad del concreto. Para lograr un diseño de mezcla que sea adecuado y resistente desde el principio, se comenzó con una dosificación de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ utilizando las tablas proporcionadas por el comité 211 del ACI. Además, se agregó superplastificante y micro sílice. Las recomendaciones del proveedor se utilizaron para elegir las cantidades de aditivo y micro sílice para probar en dos categorías para cada resultado. Los diseños fueron sometidos a compresión durante 7 días. Finalmente, la dosis seleccionada dio como resultado una combinación con una resistencia inicial elevada, una unión firme entre el cemento y el agua, un asentamiento final de entre 7,6 y 10,2 cm y una resistencia media a la compresión de 450 kg/cm^2 . Para el diseño de mezclas, se redujo la cantidad de cemento y agua mientras se añadía superplastificante y micro sílice en reemplazo por masa. Esto se hizo para



equilibrar la adición en volumen de estos materiales y mantener los porcentajes iniciales de cemento y agua. Una vez que se haya adquirido el hormigón para el primer plan, se agregaron polímeros superabsorbentes del 0.15%, 0.15% y 0.2% Determinación del peso específico ideal del cemento para producir hormigón de alta resistencia a la compresión y trabajabilidad. Varios polímeros superabsorbentes se hidrataron antes de agregarlos a la mezcla sin necesidad de cambiar la conexión del agua según el diseño. Se realizan ensayos estándar de compresión y rotura en hormigón con una alta resistencia a la compresión. Al agregar polímeros superabsorbentes al 0.1 % del peso de cemento y al igualar resultados obtenidos a partir de muestras de hormigón con bajo contenido en polímeros superabsorbentes y alta resistencia inicial, Finalmente, agregar esta cantidad aumenta el asentamiento y la resistencia a la compresión. Sin embargo, a pesar de obtener un aumento en el asentamiento mayor al agregar 0.15 % y 0.2 %, su resistencia a compresión disminuye, lo que significa que el hormigón propuesto en la investigación se ve afectado de forma negativa y perjudicial por aditivos que superan el 0,1 %.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Concreto

El cemento aglutina los agregados en una matriz sólida. El cemento se hidrata cuando se mezcla con agua, lo que provoca una reacción exotérmica y la formación de cristales que unen los agregados y dan al concreto su fuerza y durabilidad.

El hormigón se utiliza ampliamente en la industria de la construcción debido a su robustez, longevidad, adaptabilidad y capacidad para soportar pesos considerables.



A través de una amplia gama de estructuras artificiales, incluyendo edificios, carreteras, puentes, presas, pasarelas y mucho más. Debido a su bajo coste y facilidad de producción, este material se utiliza ampliamente en la industria de la construcción.

2.2.2. Generalidades

El concreto brinda rigidez y estabilidad en una casa o para el desplazamiento de personas y vehículos, o a una casa contemporánea a través de una carretera fácilmente transitable, una entrada frontal sencilla o un camino de acceso semicircular que conduce a una residencia. Por lo que respecta a las vías y entradas, el concreto encamina a las personas a su hogar, brindando un viaje agradable. Además, es útil para las evacuaciones cotidianas en pasillos exteriores, entradas y calzada.

El concreto utilizado con frecuencia o tradicional se obtiene mediante la mezcla de tres componentes principales: cemento, agua y áridos. A veces se incluye un cuarto ingrediente adicional.

Al fusionar estos componentes y crear una "revoltura de concreto", se incorpora de manera conjunta un quinto elemento: el aire. Un compuesto plástico se forma mediante la mezcla interna de componentes convencionales del hormigón que se puede adaptar y compactar fácilmente. Sin embargo, con el tiempo pierde esta característica y se convierte en sólido y pierde la apariencia y características de un elemento resistente, un compuesto plástico se forma mediante la mezcla interna de componentes convencionales del hormigón.

La muestra actual de concreto común se caracteriza por ser un conjunto de pedazos de roca completamente precisos en calidad de agregados, distribuidos en una masa de cemento dispuesta en una matriz espesa



resistente a la compresión. Esto demuestra que, en una mezcla, las partículas de los áridos no tienen muchas o ninguna conexión entre sí, que a menudo queda retenido por el hormigón ya endurecido. Como resultado, Hay tres propiedades esenciales que son necesarias para el comportamiento mecánico y la resistencia operativa de este componente.

Las características, la formación y la estructura de la masa de cemento, también conocida como matriz cementante, solidificada

2.2.3. La excelencia general de los agregados

La cohesión de las partículas en la matriz cementosa y su estado de cooperación. La apariencia inicial debe tener en cuenta la selección de un cementante adecuado, Aprovechar de manera eficiente la consistencia agua-cemento, utilizando al mismo tiempo los aditivos que puedan ser necesarios para resaltar la calidad de la matriz cementosa. Es posible que el hormigón, como material de construcción, satisfaga las necesidades de los grupos a los que se supone que debe servir si se tienen en cuenta cuidadosamente estas tres características básicas.

Proporcionar el material más adecuado es solo el primer paso; para conseguir estructuras resistentes y duraderas también es necesario cumplir con las normativas pertinentes en materia de diseño, especificaciones, construcción y mantenimiento.



2.2.4. Propiedades generales del concreto

2.2.4.1. Trabajabilidad

La manejabilidad del hormigón recién mezclado, colocar y compactar durante la construcción se conoce como trabajabilidad del concreto. Es una característica significativa del concreto porque influye en la facilidad con la que los trabajadores pueden verter, colocar y dar forma al concreto de la manera que quieran.

Los siguientes son algunos de los factores que afectan la resistencia del concreto:

Relación agua-cemento: la combinación tiene una mayor cantidad de agua de concreto puede hacer que sea más trabajable, pero también puede hacer que el concreto sea menos resistente al final. En general, el objetivo es encontrar un equilibrio entre una mezcla lo suficientemente fluida para ser trabajable y una relación agua-cemento que satisfaga los requisitos de resistencia especificados.

La trabajabilidad de la mezcla de concreto puede verse afectada por la forma y el tamaño de los agregados gruesos y finos. Los agregados más pequeños pueden necesitar menos agua, pero pueden afectar la resistencia y la textura superficial del concreto final, mientras que los agregados más grandes tienden a requerir más agua para lubricarlos y hacer la mezcla más manejable.

Consistencia de la mezcla: La consistencia de la mezcla de concreto, que puede ser seca y compacta o húmeda y fluida, afecta la trabajabilidad del concreto. El tipo de construcción y las herramientas utilizadas para manipular el concreto determinan la consistencia deseada.

Aditivos: El uso de aditivos como superplastificantes o retardadores puede alterar las propiedades del concreto fresco para mejorar su trabajabilidad. Por ejemplo, los superplastificantes facilitan la colocación y compactación del concreto al aumentar la fluidez del concreto sin aumentar la cantidad de agua presente en la mezcla.

El método de colocación del concreto y el equipo utilizado: El método de colocación del concreto, ya sea por vertido, bombeo o lanzado, y el equipo utilizado, como bombas de concreto o vibradores, pueden afectar su trabajabilidad y su versatilidad para trabajar y dar forma al hormigón recién vertido.

En resumen, una cualidad esencial que influye en la facilidad de manipulación del hormigón durante la construcción es su trabajabilidad y está influenciada por una serie de factores, como la relación agua-cemento, el tamaño y la forma de los agregados, la consistencia de la mezcla, el uso de aditivos y el método de colocación y el equipo utilizado.

2.2.4.2. **Peso unitario**

La densidad de los materiales utilizados en la mezcla y la cantidad de aire atrapado en el concreto determinan el peso unitario del concreto. Sin embargo, En promedio, un pie cúbico de hormigón pesa entre 140 y 156 libras, o entre 2200 y 2500 kg/m³.

Este rango puede variar dependiendo de una variedad de factores, como:

El peso unitario del concreto está directamente influenciado por la densidad de los agregados gruesos y finos utilizados en la mezcla. Por ejemplo,

el uso de agregados más livianos, como el agregado ligero, puede hacer que el concreto tenga menos peso por unidad, mientras que el uso de agregados más densos, como la grava, puede hacer que el concreto tenga más peso por unidad.

Relación agua-cemento: La compactación y la densidad del concreto pueden verse afectadas por cambios en la relación agua-cemento, lo que a su vez puede afectar su peso unitario.

Contenido de aire: La densidad aparente de una mezcla de concreto puede verse afectada por la cantidad de aire atrapado en ella. Aunque el aire atrapado aumenta la resistencia al congelamiento y al deshielo, también puede disminuir la densidad del concreto.

Contenido de cemento y aditivos: El peso unitario de la mezcla de concreto puede verse afectado por la cantidad de cemento y cualquier aditivo que se agregue a ella.

El peso unitario del concreto es un factor crucial a tener en cuenta al diseñar y construir estructuras porque afecta la carga que la estructura debe soportar, así como los requisitos de transporte y manipulación durante la construcción.

2.2.4.3. Permeabilidad

La permeabilidad del concreto es la capacidad de permitir el paso de fluidos, gases o vapores a través de su estructura. En muchas aplicaciones de construcción, una baja permeabilidad es beneficiosa porque puede mejorar la resistencia y cuánto tiempo tardan el agua, los productos químicos y los gases corrosivos en filtrarse en el hormigón.

Cuando el flujo es laminar y continuo, se cumple la ley de Darcy. La capacidad del concreto para permitir que un material pase por un fluido sin dañar su estructura interna (aire, agua, vapor de agua o iones) se debe a la desigualdad de presión en las dos áreas contrarias de la componente señalada por la medida del caudal de filtración, donde el flujo es constante Abanto (2009)

La porosidad y absorción de la pasta de cemento, así como los espacios entre las partículas, determinan la permeabilidad del hormigón, así como de los vacíos causados por un comprimido defectuoso o capilares causados por el agua transpirante. En situaciones en las que las correlaciones A/C son más bajas y el cemento se humedece gradualmente, la dimensión de los poros más grandes disminuye, Como consecuencia, la masa de cemento formada se vuelve menos permeable.

El hormigón que absorbe agua o tiene fisuras que lo atraviesan puede deteriorarse más rápidamente que el hormigón normal, ya que deja entrar aire, humedad y otras impurezas.

De manera similar, puede ocurrir que el concreto sufra daños como resultado del secado, deshielo y congelamiento, la acción de los sulfatos y ácidos, la carbonatación o algún otro objeto que pueda haber lo debilitado y agrietado. Si la carbonatación se produce además de la reducción por secado, Además, tiene el potencial de reducir la alcalinidad del hormigón, lo que debilita la capacidad del material para reforzar el acero y otros metales mezclados en él.

2.2.4.4. Resistencia del concreto a fuerzas extremas

Son muchos los elementos que determinan la resistencia del hormigón ante situaciones de alta tensión, entre ellos la compresión, la tracción, la flexión, el cizallamiento, los impactos y las vibraciones, incluida la calidad de los materiales utilizados, el diseño estructural, el proceso de colocación y curado y las condiciones ambientales.

Para obtener la mayor resistencia posible del hormigón, la relación agua-cemento es muy importante. La matriz de concreto más densa y menos porosa resulta de una menor relación agua-cemento, lo que generalmente conduce a una mayor resistencia.

Calidad de los materiales: El agua, los áridos y el cemento necesarios para fabricar hormigón influyen en la resistencia del producto final. El cemento correctamente curado y los áridos de alta calidad aumentan la resistencia y la longevidad del hormigón.

Diseño estructural: El diseño estructural debe distribuir las cargas esperadas a través de la estructura. Mejorar la arquitectura estructural de un edificio puede hacer que el hormigón sea más resistente y menos propenso a derrumbarse.

Colocación y curado adecuados: Para garantizar la máxima resistencia, el proceso de colocación y curado del concreto es fundamental. La densidad y la resistencia del concreto pueden mejorarse mediante una compactación adecuada durante la colocación y un proceso de curado adecuado.

Aditivos y refuerzos: el uso de aditivos, como superplastificantes o retardadores, puede mejorar la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del

concreto. La incorporación de refuerzos, como barras de refuerzo de acero, también puede aumentar la resistencia del concreto a cargas de flexión y tracción.

Control de calidad y pruebas: Las pruebas de resistencia en muestras de concreto y Garantía de hormigón de alta calidad durante todo el proceso de fabricación e instalación son esenciales para garantizar que cumpla pueda resistir fuerzas extremas.

En general, los edificios, puentes, presas y pavimentos son solo algunos ejemplos de construcciones de hormigón que se basan en su capacidad para soportar cargas elevadas. Para lograr una resistencia óptima del concreto frente a fuerzas extremas, es esencial prestar atención a los detalles durante todas las etapas del proceso, desde el diseño hasta la construcción y el mantenimiento.

Estas características, como parte de la estructura, suelen ser las que determinan su habilidad para el trabajo deseado. La cantidad de humedad que puede haberse producido, la antigüedad del material y la proporción de cemento/agua, son los dos factores más importantes que afectan la resistencia. la rotura del límite de la

Un testigo de concreto ensayado a la compresión puede determinar la compresión como el límite máximo de resistencia. Las unidades de medida estándar son libras por pulgada cuadrada (PSI) o kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm²), y se reconoce por la simbología de f'_c durante 28 días considerando una de sus características es la rotura límite a la compresión del concreto.

El rango de resistencia a la compresión del hormigón tradicional es de 210 a 350 kg/cm². El hormigón resistente tiene una resistencia máxima de alrededor de 420 kg/cm². Se han logrado utilizar roturas límite de 1,400 kg/cm² en construcciones específicas.

La resistencia a la flexión del hormigón es proporcional a la magnitud del componente y al patrón de fallo. Para cargas de tracción y compresión por debajo del rango de proporcionalidad de un componente, el fallo por cizallamiento en el hormigón puede oscilar entre el 35 % y el 80 % de su resistencia a la compresión.

2.2.4.5. Durabilidad del concreto

Agentes agresivos e intrusión de agua: el agua es uno de los principales factores que pueden reducir la durabilidad del hormigón. La penetración de agua puede causar deterioro por congelamiento y deshielo, corrosión de refuerzos de acero, lixiviación de componentes de concreto y otros tipos de daños. Además del agua, otros agentes agresivos como ácidos, sulfatos, cloruros, dióxido de carbono y sulfatos pueden dañar el concreto.

La relación agua-cemento baja y un buen proceso de curado pueden aumentar significativamente la durabilidad del concreto. La matriz de concreto más densa y menos porosa resulta de una menor relación agua-cemento, lo que reduce la permeabilidad y la susceptibilidad al deterioro.

Calidad de los materiales: Para que la mezcla de concreto sea duradera, el cemento, los agregados y el agua deben ser de alta calidad. Los agregados contaminados o de baja calidad pueden tener un impacto negativo en la

resistencia y durabilidad del concreto. De manera similar, la calidad del cemento y los aditivos utilizados pueden afectar la durabilidad del producto.

Diseño y construcción adecuados: Para garantizar la durabilidad del concreto, es esencial tener un diseño y construcción adecuados. Esto incluye seleccionar las mezclas de concreto correctas, tener en cuenta los factores ambientales locales, Asegúrese de que el hormigón se coloque y fabrique en un entorno con control de calidad y usar métodos de construcción que reducen el daño.

Mantenimiento y reparación oportunos: Un programa de mantenimiento adecuado, que incluye inspecciones regulares y reparaciones oportunas de cualquier daño o deterioro, puede prolongar la vida útil del concreto y prevenir problemas más graves en el futuro.

Por lo cual el garantizar la integridad y la vida útil de las estructuras de concreto en una variedad de aplicaciones depende de su durabilidad. Para garantizar la durabilidad del concreto a lo largo del tiempo, es fundamental prestar atención a los factores mencionados anteriormente durante todas las etapas del proceso, a lo largo de todas las fases de la construcción, incluyendo el mantenimiento y la reparación.

2.2.5. *Materiales constituyentes del concreto*

2.2.5.1. Cemento

El cemento es un material aglutinante que se utiliza principalmente para crear mortero y concreto, dos de los materiales de construcción más utilizados. Es un polvo fino, generalmente gris, Cuando se mezcla con agua, forma una pasta con propiedades adhesivas y cohesivas que se endurece lentamente.

Por ello, es ideal para utilizarlo como mortero entre áridos como la piedra y el ladrillo.

Aunque existen muchos otros tipos de cemento, el más conocido es el cemento Portland, ya que se asemeja a la piedra Portland utilizada en Inglaterra. El cemento Portland se fabrica mezclando materias primas como la caliza y la arcilla en un horno rotatorio que se calienta a altas temperaturas y, a continuación, se muele hasta obtener un polvo fino. La molienda del cemento Portland incluye la adición de yeso para disminuir el tiempo de fraguado.

Hay muchos factores que influyen en la calidad final del cemento, entre ellos los ingredientes utilizados, la temperatura y la duración de la cocción en el horno, y el nivel de control de calidad aplicado en cada etapa de la producción. Además del cemento Portland, existen otros tipos de cemento especializado que pueden utilizarse según las necesidades específicas de cada proyecto de construcción. Entre ellos se incluyen el cemento de alta resistencia inicial, el cemento de fraguado rápido, el cemento de baja hidratación térmica y el cemento resistente al sulfato.

En resumen, El cemento, que une y solidifica otros elementos en la producción de hormigón y mortero, es un componente esencial de la industria de la construcción. Los edificios, las carreteras y otros proyectos de ingeniería civil también dependen en gran medida de él

Figura 1 *Proceso de fabricación del cemento*



Nota: Fabrica yura 2023

2.2.6. Tipos de cemento

En lo que respecta a la construcción, se fabrican varios tipos de cemento para satisfacer diferentes necesidades en términos de resistencia, durabilidad, velocidad de fraguado y condiciones ambientales. A continuación se enumeran algunas de las variedades de cemento más habituales.

2.2.6.1. El cemento Portland ordinario (OPC):

Es el tipo de cemento que se usa con más frecuencia en la construcción. A 28 días de edad, viene en una variedad de resistencias, incluidos los OPC-33, OPC-43 y OPC-53, que muestran la resistencia a compresión del cemento en megapascuales (MPa).

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

Esta categoría de cemento Portland tiene una resistencia inicial superior a la del OPC. Es beneficioso para proyectos que requieren fraguado rápido y resistencia temprana.

El cemento Portland de fraguado rápido: como su nombre indica, este tipo de cemento se fragua más rápido que el OPC. Es útil para aplicaciones que requieren una puesta en servicio rápida.

2.2.6.3. Cemento Portland de bajo calor de hidratación:

Si necesita un cemento que no se rompa con el calor, este es el que debe elegir, como en estructuras de concreto de gran tamaño. Esto se debe a que produce menos calor durante el proceso de hidratación que el OPC.

2.2.6.4. Cemento Portland resistente a sulfatos (SRC):

Comúnmente utilizado en proyectos de construcción donde se espera la presencia de sulfatos, el SRC está diseñado para resistir la corrosión causada por la exposición a sulfatos en el suelo o el agua.

2.2.6.5. Cementos de escoria de alta temperatura (BFS):

Este tipo de cemento utiliza principalmente escoria de alto horno, un subproducto de la industria del hierro y el acero. Es conocido por su capacidad para reducir la temperatura de hidratación y su resistencia a los sulfatos.

2.2.6.6. Cemento puzolánico (PPC):

El cemento contiene adiciones puzolánicas como cenizas volantes, que mejoran sus propiedades. Se emplea para disminuir la reacción álcali-sílice y aumentar la durabilidad del concreto.

Estos son solo algunos de los tipos de cemento más comunes que se emplean en la construcción. Cada uno tiene cualidades únicas que lo hacen adecuado para aplicaciones y condiciones de trabajo específicas. Las especificaciones del proyecto y el clima regional son los factores principales a la hora de determinar cuál es el mejor cemento para utilizar.

2.2.7. Componentes físicos del cemento

2.2.7.1. Finura de molienda

El término "finura de molienda del cemento" se refiere a la medida en que el cemento ha sido pulverizado y triturado en partículas más pequeñas durante el proceso de molienda. El método del tamizaje o el método de Blaine son dos métodos comunes para medir la finura del cemento.

El cemento se tamiza haciéndolo pasar por una serie de tamices con diferentes tamaños de malla. La cantidad de cemento que pasa a través de cada tamiz se mide y se representa como un porcentaje del peso total del cemento. La finura del cemento aumenta con el tamaño de las partículas.

2.2.7.2. Grado de finura

El valor del hormigón varía en función de la finura del cemento. Una hidratación y un desarrollo de la resistencia más rápidos, así como una mejor disposición de las partículas para retener el material recién mezclado, son el resultado de una mayor finura del cemento. Esto mejora la adhesión, la trabajabilidad y la retención de agua en las mezclas. Una mayor finura del hormigón da como resultado una generación de calor más rápida y un mayor consumo de agua como recompensa. En consecuencia, sus

resultados negativos incluyen la probabilidad de agrietamiento estructural y mayores cambios volumétricos en el hormigón.

2.2.7.3. Superficie específica

La superficie específica del cemento se puede medir utilizando métodos como el método de tamizado o el permeámetro de Blaine. El permeámetro de Blaine mide la superficie específica del cemento midiendo la presión necesaria para pasar el aire a través de una muestra de cemento compactada. La superficie específica del cemento aumentará con la presión requerida, lo que aumentará su grado de finura.

El método de tamizado, por otro lado, evalúa la distribución del tamaño de las partículas de cemento mediante el paso de una muestra a través de una serie de tamices de diferentes tamaños de malla. El porcentaje de cemento que pasa a través de cada tamiz se mide para medir la distribución del tamaño de las partículas y, por lo tanto, la finura del cemento.

2.2.8. Componentes químicos de los cementos

Los cementos, particularmente el cemento Portland, que es el tipo más utilizado en la construcción, se componen principalmente de las siguientes sustancias químicas:

2.2.8.1. Silicato tricálcico (C3S):

El componente principal del cemento Portland y su contribución a la resistencia temprana es significativa. El cemento se hidrata y endurece rápidamente debido al silicato tricálcico.

2.2.8.2. Silicato dicálcico (C2S):

Este es otro componente crucial del cemento Portland que ayuda a garantizar su resistencia a largo plazo. El silicato dicálcico es esencial para la resistencia final del concreto, a pesar de que su hidratación es más lenta que la del C3S.

2.2.8.3. Aluminato tricálcico (C3A):

Aunque ayuda a aumentar la resistencia inicial del cemento, también puede causar fraguado rápido y expansión del concreto debido a su reacción con el yeso.

2.2.8.4. El ferrito tetracálcico (C4AF):

Apenas aumenta la resistencia del cemento. Además de producir un buen desprendimiento de calor (100 cal/g), su hidratación es rápida, aunque menor que la del aluminato. El color gris verdoso que algunos cementos tienen es el resultado de esto.

Los álcalis, concretamente los óxidos de sodio (Na_2O) y el hidróxido de potasio (K_2O), son esenciales para la síntesis química del clínker y el cemento Portland. Con el fin de evitar que el cemento reaccione negativamente con determinados ingredientes del hormigón, esta cantidad suele modificarse. Por lo tanto, todos los tipos de cemento Portland están sujetos a un requisito químico opcional que establece que el volumen total de álcalis (Na_2O_3) debe mantenerse por debajo de 0,6. Sin embargo, este requisito no excluye la necesidad de aplicar el cemento en combinación con los componentes reactivos.

2.2.9. Agregados

Los agregados son esenciales para la resistencia, la durabilidad y otras propiedades del concreto. Las características particulares del proyecto, las especificaciones locales y los requisitos de rendimiento del concreto determinan la elección adecuada de los agregados.

Los agregados se definen como las bases inactivas del concreto que se aglomeran como una masa de cemento para crear una estructura resistente. Estos representan aproximadamente la mitad de la cantidad total, por lo que su excelencia tiene un impacto significativo en la producción final. Abanto, (2009)

Sus cualidades físicas y químicas influyen en todas sus características especializadas; a menudo se crean a partir de fragmentos minerales de arena, granito, basalto o cuarzo, o una combinación de estos materiales.

En el hormigón, se consigue una estructura resistente y eficiente, junto con una buena trabajabilidad, controlando cuidadosamente la estructura volumétrica de las partículas. Según las pruebas científicas, las partículas deben formar una unión casi perfecta. Para ello es necesario que las partículas más pequeñas encapsulen las superficies más grandes y que la proporción de cemento una firmemente toda la mezcla.

2.2.9.1. Agregado fino

El agregado fino se refiere a materiales que pasan a través de un tamiz de malla de tamaño 4.75 mm (3/16 de pulgada) y están retenidos en un tamiz de malla de tamaño 200 y son un componente esencial del concreto. Se utiliza principalmente para llenar espacios en la mezcla de concreto entre agregados gruesos y granos de cemento.

Algunos ejemplos de agregado fino común incluyen:

Arena natural: proviene de fuentes naturales como depósitos de arena, ríos o playas. La arena natural se utiliza ampliamente en la construcción y se clasifica según su origen y granulometría.

Arena triturada, también conocida como arena de cantera, se produce triturando piedra natural como basalto, granito o cuarcita en tamaños específicos. La arena triturada puede mejorar la resistencia del concreto al tener una forma de partícula angular, aunque puede ser más costosa que la arena natural.

La arena fabricada, también conocida como arena artificial, se produce triturando rocas duras como piedra caliza, basalto o granito, luego se tamiza para obtener el tamaño de partículas deseado. En aplicaciones donde se requiere un alto nivel de calidad y consistencia en el concreto, la arena fabricada se utiliza con frecuencia porque puede proporcionar propiedades controladas y uniformes.

La disponibilidad local, las especificaciones del proyecto, la resistencia y la durabilidad del concreto, así como los factores económicos y ambientales, son factores que afectan la elección del tipo de concreto fino. Para garantizar el rendimiento óptimo del concreto en la aplicación deseada, Es de suma importancia verificar que el agregado fino cumpla con todos los requisitos de calidad.

2.2.10. Composición

El árido fino se compone de arena natural extraída de canteras aluviales, pero también se produce artificialmente a través de procesos de trituración.

Las partículas suelen tener un aspecto cúbico o esférico y no tienen fragmentos delgados, planos o alargados. Como resultado, las partículas de roca deben ser limpias, sólidas y duraderas para formar la arena natural.

Para obtener agregado fino artificial, es esencial evitar usar rocas que se hayan fracturado en fragmentos laminares, alargados y/o planos y que no estén libres de los equipos de proceso aplicados.

2.2.11. Calidad

La arena y los áridos finos suelen tener que cumplir los requisitos de la norma ASTM C-33. En otras palabras, no pueden contener niveles peligrosos de limo, arcilla, álcalis, materiales orgánicos ni ningún otro elemento.

El peso máximo de las materias dañinas no puede exceder de los siguientes valores, representados como porcentajes de peso:

Tabla 2 *Porcentaje en peso de materias dañinas*

Sustancia	Normativa	Margen Máx. (%)
Material que pasa por el N°200	ASTM C-117	3%
Materiales ligeros	ASTM C-123	1%
Grumos de arcilla	ASTM C-142	1%
Sustancias perjudiciales (ya sean álcalis, mica, limo)		2%
Pérdida por meteorización	ASTM C-88, método Na ₂ SO ₃	10%

Nota: Elaboración propia

2.2.12. Agregado grueso

Otro componente esencial del concreto es el agregado grueso, que se refiere a fragmentos de roca, grava o piedra triturada con tamaños de partículas de más de 4,75 mm (3/16 de pulgada) hasta alrededor de 50 mm (2 pulgadas). El concreto recibe resistencia de este tipo de agregado para crear su estructura esquelética.

La disponibilidad local, las especificaciones del proyecto, la resistencia y la durabilidad del concreto, así como los factores económicos y ambientales, determinan el tipo de agregado horrible que se usa. Para garantizar el rendimiento óptimo del concreto en la aplicación deseada, es fundamental asegurarse de que el agregado grueso cumpla con los estándares de calidad y las especificaciones requeridas.

2.2.12.1. Composición

Algunos ejemplos de agregados gruesos comunes incluyen:

La grava es un agregado natural formado por trozos redondeados de roca, generalmente provenientes de ríos o glaciares. Según el diámetro máximo de las partículas, la grava se clasifica en varios tamaños.

Piedra triturada: se crea mediante la trituración de rocas duras como granito, caliza, basalto o dolomita en tamaños específicos. La piedra triturada se utiliza comúnmente en la construcción y, dependiendo del proceso de trituración, puede tener formas angulares o redondeadas.

Escoria de alto horno: es un subproducto de la fabricación de acero y hierro que se utiliza como agregado grueso en algunas aplicaciones de concreto. Las

propiedades del concreto, como la resistencia a la abrasión y la expansión por calor, pueden mejorarse con escoria de alto horno. Además, es una opción más económica que otros agregados gruesos.

2.2.12.2. Calidad

Con frecuencia, el agregado grueso debe cumplir con la norma ASTM C-33. Esta norma se aplica al territorio en el que se aplica, por lo que sus características cambian en relación al país o nación. Las porciones de elementos dañados en todas las segmentaciones de roca gruesa tal y como se libera en la planta de hormigón no deben superar los límites siguientes:

Tabla 3 *Porciones de elementos deteriorados del agregado grueso*

Sustancia	Normativa	Margen Máx. (%)
Material que pasa por el N°200	ASTM C-117	Máximo 0.5
Materiales ligeros	ASTM C123	Máximo 1
Grumos de arcilla	ASTM C-142	Máximo 0.5
Sustancias dañinas	-	Máximo 1
Pérdida por Intemperismo	ASTM C-88, Método Na ₂ SO ₃	Máximo 12
Pérdida por ensayo de Abrasión de los Ángeles	ASTM C-131, C- 535	Máximo 40

Nota: Recopilado repositorio UANCV

2.2.13. Agua

El agua tiene dos usos diferentes además de su uso en la mezcla: como parte de la creación de mezclas y como medio para limpiar las estructuras recién construidas. Aunque los diferentes tipos de agua tienen efectos distintos sobre el hormigón, es mejor utilizar solo un tipo para ambas tareas.

En las especificaciones del concreto, se mencionan las responsabilidades del agua para producir el concreto de manera óptima, lo que hace que sus efectos sean más importantes. Posteriormente, se indica que el agua utilizada para el curado debe provenir de la misma fuente o similar, para evitar subestimar este segundo uso.

El agua suele representar entre el 10 y el 25 por ciento de la masa del concreto recién mezclada cuando se utiliza como elemento de concreto común. Este porcentaje depende del volumen máximo de agregado a emplear y del grueso requerido.

Dado que incluso trazas de ciertos elementos peligrosos en el hormigón pueden tener un impacto negativo importante en el material, la calidad del agua de la mezcla es crucial para las propiedades y el rendimiento finales del hormigón.

Una práctica común es utilizar agua potable para fabricar concreto sin necesidad de verificarlo previamente, basándose en la idea de que Al igual que cualquier otra agua, esta es apta para el consumo y puede utilizarse para fabricar hormigón. Sin embargo, en algunas situaciones, esta suposición no es correcta y Si quieres que tu hormigón tenga más sabor, prueba a utilizar agua potable que contenga citratos o menos azúcar.

Que no afecta su disponibilidad de agua; Sin embargo, esto puede no ser adecuado para la fabricación de concreto. En el caso contrario, es posible que sea más conveniente utilizar agua no potable para crear concreto, aunque sí debe cumplir con requisitos mínimos de calidad según las normas establecidas.

2.2.13.1. Requisitos de calidad

El aspecto bacteriológico del agua no guarda relación con sus cualidades físico-químicas y su influencia en el comportamiento y las propiedades del hormigón; más bien, estos factores se reducen a la hora de determinar la calidad del agua necesaria para mezclar el hormigón.

Propiedades físico-químicas: En cuanto a las características físicas y químicas del agua para el uso del concreto, no existe un consenso general sobre la cantidad que debe predominar ante sustancias e impurezas con apariencia común, como las sales inorgánicas (como los cloruros y sulfatos). sustancias orgánicas, dióxido de carbono diluido, resistentes en suspensión, etc.

Sin embargo, parece haber un acuerdo en cuanto a que no se deben observar sustancias que son realmente perjudiciales, como aceites, grasas, ácidos y azúcares. En ausencia de una fuente de agua potable, se debe verificar que cumpla con los requisitos físicos y químicos establecidos en las normas internacionales específicas para aguas no potables. Hay requisitos más rigurosos en cuanto a los márgenes admisibles de para el caso único de la fabricación de componentes de hormigón pretensado.

Ciertas ventas están sujetas a regulaciones más estrictas sobre los márgenes permitidos, lo que podría perjudicar al hormigón y al acero pretensado.

2.3. Materiales no biodegradables

2.3.1. Jebe de llantas

En lo que respecta a esta sustancia, cabe mencionar que un neumático no es solo un poco de caucho recubierto de lona, como se suele creer. Las llantas están

hechas de un combinado de caucho que contiene una variedad de insumos. Se utiliza tanto para cauchos naturales como sintéticos.

Podría pensar un momento en el trabajo que debe realizar un neumático. Debe tener la flexibilidad adecuada para soportar diversas deformaciones y ser capaz de soportar cargas significativas. Debe ser adecuado para resistir la actividad dañina de grasas, aceites, oxígeno y asoleamiento, los principales enemigos del caucho; debe brindar seguridad al ser empleado y tener un buen rendimiento en kilometraje. Para hacer que este sea un producto útil y eficaz, varios componentes deben mezclarse con el caucho para obtener todas estas características.

2.3.1.1. Materiales constituyentes

considerando algunos de los componentes más utilizados en la fabricación de llantas:

2.3.1.2. Negro de humo

Cuando los compuestos aromáticos se queman parcialmente en recipientes planos, se forma un subproducto conocido como carbono negro. Un signo revelador es la dispersión de partículas que pueden alcanzar un tamaño de hasta 100 nanómetros. El carbono negro es un carbono amorfo con una gran superficie y volumen, y, de manera similar, es uno de los primeros materiales que se utilizó de forma generalizada. Muchos productos de plástico y caucho utilizan el carbono negro para dar color o como aditivo.

Los neumáticos fabricados con negro de humo tienen un 70 % más de probabilidades de presentar un desgaste uniforme de la banda de rodadura y una mayor resistencia que los neumáticos que no lo contienen. El negro de humo ralentiza la degradación causada por el calor y

desgasta el caucho del neumático al liberar el exceso de calor de las zonas de la banda de rodadura y el cinturón.

2.3.1.3. Azufre

Su trabajo consiste en vulcanizar, o «curar», el caucho para que pueda transformarse en algo útil. Además, quieren que las moléculas de caucho formen redes y, finalmente, se vuelvan elásticas durante el siguiente ciclo de vulcanización.

En química, este proceso se conoce como creación de puentes sulfurosos. El azufre se derrita y se produce un líquido que circula compuesto por moléculas de S₈. Sin embargo, si logra calentarse, el color se vuelve un poco rojizo y la viscosidad aumenta. Cuando el líquido adherente se enfría rápidamente, se forma una sustancia elástica con una solidez similar a la de la goma llamada "azufre plástico". Esta sustancia está compuesta por secuencias que no tuvieron tiempo de reorganizarse para conformar las moléculas de S₈ y, con el tiempo, pierde su elasticidad.

2.3.1.4. Cementos

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

2.3.1.5. Fibras de Rayón y Acero

Es una combinación de elementos y la lona tiene como objetivo reforzar el neumático para que, en caso de que el caucho supere el esfuerzo, actúe como una segunda barrera de protección.

2.3.1.6. Caucho Sintético y Natural

Estos cauchos son cruciales para la fabricación de llantas, y la forma en que se conectan los valores de estos dos cauchos influye significativamente en el aspecto del neumático. El proceso de hidrocarburos se utiliza para producir caucho artificial.

El SBR, o caucho de estireno-butadieno, es un elastómero sintético fabricado mediante la polimerización de una mezcla de ambos compuestos. En la producción de neumáticos, se utiliza como uno de los compuestos más habituales a escala mundial. El polibutadieno mejora la resistencia a la abrasión, la resistencia a bajas temperaturas (ideal para neumáticos multiuso) y el comportamiento del neumático frente al envejecimiento. Pero, incluso con esto, se desliza bien y no se adhiere demasiado a las superficies húmedas.

Por este motivo, se utiliza junto con SBR o cola natural. Muchas especies vegetales típicas de las regiones tropicales contienen una cera líquida llamada látex, que es la fuente natural del pelo.

2.3.1.7. Antioxidantes y anti-ozonantes

Estas mezclas se agregan para proteger el neumático de los efectos nocivos del asoleamiento.

2.3.1.8. Aceites y Grasas

En otras palabras, se utilizan durante la etapa de elaboración para que su desempeño sea más adaptable a la combinación y ayude a combinar todos los ingredientes. De igual manera, el aceite ayuda a los neumáticos a adherirse y

hace que el combinado final sea más suave, lo que mejora la precisión del giro y optimiza la función de los neumáticos.

Figura 2 Partes de una llanta



Nota: Recopilado therewhells (2021)

2.3.2. Materiales Constituyentes

2.3.2.1.1. Propiedades del material de llantas

Elasticidad: La elasticidad del caucho utilizado en las llantas le permite deformarse y recuperar su forma original cuando se aplica fuerza sobre él. Esta característica es esencial para la absorción de impactos y vibraciones y la conducción suave y cómoda.

Resistencia al desgaste: Para asegurar una vida útil prolongada de las llantas, especialmente en condiciones de manejo difíciles o en carreteras abrasivas, el material debe ser resistente al desgaste. La banda de rodadura de la llanta está hecha para resistir el desgaste provocado por la fricción con la carretera.

La flexibilidad del caucho permite que las llantas se adapten a una variedad de superficies de carretera y condiciones de manejo, lo que brinda tracción y agarre en una variedad de situaciones.

Estabilidad térmica: El material de las llantas debe poder soportar una amplia gama de temperaturas sin perder sus propiedades mecánicas. Esto es particularmente crucial en climas extremos de calor o frío, donde las temperaturas pueden tener un impacto en el rendimiento de las llantas.

Resistencia a la deformación permanente: Las llantas deben ser capaces de resistir la deformación permanente causada por cargas pesadas, presión de aire inadecuada o condiciones de manejo desfavorables. Los refuerzos internos y la carcasa de la llanta están diseñados para aumentar la resistencia estructural y prevenir deformaciones permanentes.

Adherencia: Para brindar agarre y tracción adecuados, especialmente en condiciones húmedas o resbaladizas, el material de las llantas debe adherirse bien a la superficie de la carretera.

Durabilidad: Para garantizar una vida útil prolongada y un rendimiento estable a lo largo del tiempo, los materiales de las llantas deben ser robustos y resistentes al desgaste.

2.3.2.2. Mecánica:

Las características esenciales del material de las llantas contribuyen a su rendimiento, seguridad y durabilidad en una amplia gama de condiciones de manejo y usos. Es importante tener en cuenta que las llantas están diseñadas para cumplir con estándares específicos de la industria y deben mantenerse y

utilizarse correctamente para garantizar un rendimiento óptimo y una conducción segura.

2.3.3. Problemas ambientales derivados de su mala disposición

La mala disposición de llantas usadas puede causar una serie de importantes problemas ambientales. Los efectos perjudiciales más comunes incluyen:

Contaminación del suelo: Las llantas desechadas que se acumulan en vertederos ilegales o sitios de disposición inadecuada pueden liberar compuestos químicos peligrosos y contaminantes, como metales pesados y productos químicos derivados del caucho, que pueden infiltrarse en el suelo y afectar su calidad. Esto puede tener efectos perjudiciales en la agricultura y los ecosistemas locales.

Contaminación del agua: Las llantas desechadas pueden acumular agua de lluvia y atraer mosquitos y otros insectos contagiosos. Además, los productos químicos que se han lixiviado de las llantas pueden contaminar las aguas superficiales y subterráneas cercanas, lo que puede tener un impacto negativo en los ecosistemas acuáticos y la calidad del agua potable.

Incendios: Las pilas de llantas abandonadas pueden causar incendios que son difíciles de apagar. Estos incendios liberan humo tóxico y contaminantes al aire, lo que puede afectar la calidad del aire y poner en peligro la salud humana y el medio ambiente cercano.

Hábitats para mosquitos y roedores: Los neumáticos desechados aumentan potencial de transmisión de enfermedades transmitidas por vectores, incluyendo

la malaria y el dengue, ya que brindan refugio y lugares de reproducción ideales para mosquitos y roedores.

Daños estéticos y turísticos: La acumulación de llantas desechadas en paisajes o áreas naturales puede afectar negativamente la estética del lugar y disminuir la atracción turística de la zona.

Para abordar estos problemas ambientales, es fundamental implementar medidas de gestión adecuadas para la recolección, el transporte, el almacenamiento y el reciclaje de llantas usadas. Esto puede incluir programas de reciclaje, políticas y regulaciones de gestión de desechos, campañas de educación pública y cooperación entre gobiernos, industrias y comunidades locales. El reciclaje de llantas usadas para su reutilización en la producción de nuevos productos, como asfalto modificado con caucho, productos de caucho reciclado y energía, puede ayudar a reducir significativamente los efectos ambientales negativos asociados con su disposición inadecuada.

Figura 3 *Combustión masiva en llantas*



Nota: informador.mx

2.3.4. Formas de reciclaje actuales

Reutilización de llantas usadas: Las llantas usadas y en buen estado se pueden reutilizar como llantas de repuesto para su uso en vehículos nuevos o como llantas revendidas para su uso en vehículos de segunda mano. Esto reduce la cantidad de llantas desechadas y prolonga su vida útil.

El reciclaje mecánico implica cortar las llantas utilizadas en trozos pequeños con maquinaria especializada. Estos fragmentos se pueden utilizar como materia prima para una variedad de productos, incluidas alfombras, pisos de goma, materiales para rellenar paisajes, superficies de juegos y otros productos.

Reciclaje químico: En este proceso, las llantas utilizadas se descomponen en sus componentes básicos, como aceite, gas y carbono, mediante procesos de pirólisis o gasificación. Estos subproductos se pueden utilizar como combustibles, productos químicos o materiales para crear otros productos.

Asfalto modificado con caucho: Las cualidades del pavimento pueden mejorarse incluyendo gránulos de caucho reciclado procedentes de neumáticos viejos en la mezcla de asfalto. El asfalto modificado con caucho es más resistente al agrietamiento y absorbe mejor el ruido.

Reciclaje de energía: Las plantas de energía o las instalaciones de reciclaje de desechos pueden usar las llantas usadas como combustible. La quema controlada de llantas usadas puede producir calor y energía eléctrica para múltiples aplicaciones residenciales o industriales.

Reciclaje de productos de caucho: Los gránulos de caucho reciclado de las llantas usadas se pueden utilizar para crear una variedad de productos de caucho reciclado, incluidos adoquines, pisos de goma, productos de aislamiento acústico y vibratorio, y rellenos para amortiguadores.

Es fundamental apoyar y fomentar el desarrollo de nuevas tecnologías y métodos de reciclaje para aumentar la reutilización y el aprovechamiento de las llantas usadas y reducir su impacto ambiental. Además, el éxito y la contribución a la sostenibilidad ambiental dependen de la conciencia pública y la participación en programas de reciclaje de llantas.

2.3.4.1. 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, podemos inferir que la cantidad de neumáticos que llegan a los botaderos ilegales, es mucho mayor cerca de masas de agua como ríos, lagos y carreteras.

Para obtener una comprensión más precisa de lo que esta problemática representa en la actualidad, podemos calcular la producción de neumáticos utilizando datos como el 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%. Es posible determinar el número mínimo de neumáticos por vehículo suponiendo una vida útil media de 2 años y utilizando 4 neumáticos por vehículo como punto de partida.

Esto demuestra la gravedad de este problema y la necesidad de encontrar una solución para descomponerlos sin dañar el medio ambiente.

2.4. Material Biodegradable

2.4.1. Ladrillo

Los ladrillos son el primer material de construcción fabricado por el hombre. Originalmente, se creaban a partir de una materia prima conocida como adobe. Su enorme uso puede atribuirse al hecho de que las personas adaptaban su tamaño para satisfacer sus propias necesidades. Podían hacerlo gracias al uso de recursos baratos y fácilmente disponibles.

Es destacable que el hombre haya creado un material de construcción que, con pocos cambios, Gracias al uso de tecnología que se basa en componentes tan omnipresentes como la tierra, el agua, el aire (para secar) y el fuego (para cocinar), siguen siendo relevantes y muy solicitados.

Es bien sabido que los orígenes del ladrillo se remontan a las civilizaciones prehistóricas de Oriente Medio, que existieron hace más de 2500 años y tuvieron un impacto de gran alcance. Estas civilizaciones se concentraban en las zonas que hoy se conocen como Irak e Irán.

Esta zona fue el punto de partida de varias rutas comerciales, entre ellas las de Marco Polo, el Imperio Romano, Alejandro Magno y los pueblos nómadas. Conectaron diversas culturas y contribuyeron al uso del ladrillo, entre otras costumbres y modalidades. Las técnicas de cocción del

adobe se desarrollaron en las regiones con grandes precipitaciones porque el adobe es atacado por el agua.

2.4.1.1. Materia Prima

"Piedra artificial", ya que se produce mediante la cocción de arcillas y otros materiales naturales que varían según el lugar donde se encuentran. En nuestra región, se originan en sedimentos que fueron dejando los ríos de la zona mientras crecían y bajaban, por lo que es común encontrar arcillas ricas en óxido de hierro en cañadones secos, lo que da al ladrillo una tonalidad rojiza después de cocinarlo. La toba y el caliche, dos formas de carbonato cálcico, son ingredientes frecuentes. Tras la combustión, las partículas grandes se transforman en cal, una forma de óxido cálcico que degrada los materiales al crear grietas y huecos cuando se combina con el agua.

2.4.1.2. Extracción Y Meteorización

La tierra procedente de canteras u otras excavaciones, a menudo arcilla roja o tierra vegetal negra cerca de la superficie, puede utilizarse para fabricar ladrillos comunes. Para facilitar el proceso de descomposición, también llamado meteorización, primero deben desarrollarse los agentes atmosféricos tras la extracción de la tierra. Estos agentes disuelven las sales y descomponen las impurezas orgánicas, como raíces, etc., para homogeneizar la masa, lo que facilita el moldeado y, en última instancia, mejora los productos finales.

2.4.1.3. Preparación

Los pisaderos, que son fosas circulares de 40-50 cm de profundidad y 10-15 metros de diámetro, se utilizan para amasar. La fabricación comienza

antes de añadir la «liga», una mezcla que a menudo se crea haciendo correr

catapultas en círculos, y amasar la arcilla con agua. Este proceso se puede encontrar en el repositorio de la UANCV en <http://repositorio.uancv.edu.pe/>

durar hasta dos días. Hoy en día, el eje central del pisadero se utiliza para hacer girar una rueda metálica que sirve para amasar. Este sistema funciona con un motor o un tractor, lo que reduce el tiempo necesario. El agua requiere un cuidado especial, ya que puede proceder de cualquier lugar; lo más importante es que no contenga sal.

2.4.1.4. MOLDEO

Para fabricar los modelos, la arcilla se vierte a mano en un molde que antes contenía dos ladrillos de adobe. Este molde de madera tiene la forma de una caja vacía, con una base y una tapa. El siguiente paso después de completar un ladrillo es eliminar cualquier materia prima que sea importante para sus componentes. A continuación, el exceso de arcilla se raspa con una regla y se vierte en el suelo del patio de secado. Una vez que el molde está listo para ser reutilizado, se retira con cuidado y se enjuaga con agua en la misma mesa de moldeo. Un trabajador medio puede fabricar 900 ladrillos de adobe al día con esfuerzo físico.

2.5. Diseño de mezclas

El proceso de diseño de la mezcla determina, en cierta medida, el tamaño de las partes que componen una unidad cúbica de hormigón. El objetivo es encontrar la mejor combinación de ingredientes al menor coste posible, de modo que el producto final tenga suficiente trabajabilidad y estabilidad mientras aún está blando; solido que cumpla con los parámetros constituidos por la unidad cúbica de concreto. ACI (2011)



El proceso de diseño de la mezcla determina, en cierta medida, el tamaño de las partes que componen una unidad cúbica de hormigón. El objetivo es encontrar la mejor combinación de ingredientes al menor coste posible, de modo que el producto final tenga suficiente trabajabilidad y estabilidad mientras aún está blando.

El valor del concreto por unidad cúbica. Se puede obtener una estimación inicial de las medidas de los elementos que conforman la estructura cúbica de concreto basándose en las evaluaciones presentadas. Cualquiera que sea el método utilizado para puntualizar estas dimensiones, En cuanto a la calidad de los resultados obtenidos en el hormigón preparado según las características del laboratorio y del edificio, se debe considerar la verificación y la adecuación de dichos resultados.

Las mezclas analíticas y los lotes de trabajo para el personal de construcción, los componentes y los equipos deben crearse en el laboratorio de acuerdo con las necesidades específicas de cada proyecto. Mediante este procedimiento, se pueden modificar las dimensiones elegidas en la medida necesaria e incluso se puede obtener hormigón que concentre las características y cualidades importantes a medida que se endurece. Como resultado, los valores obtenidos en el laboratorio no serán un reflejo deficiente del funcionamiento del hormigón en las condiciones reales de construcción.

2.5.1. Alcances para el diseño de mezclas

Las magnitudes de dosificación de las mezclas por frecuencia de peso y resistencia a la compresión precisa a los 28 días no deben superar los 350 kg/cm², según estas recomendaciones.

Las recomendaciones no incluyen dosificaciones de concreto que tengan una resistencia a la compresión superior a los 28 días, como los concretos pesados o livianos o los ciclistas, que requieren consideraciones especiales para la elección de sus dimensiones.

De igual manera, no se incluyen recomendaciones para exposiciones extremas regulares, así como la actividad de ácidos o temperaturas extremas; y tampoco se incluyen pautas para controlar sus condicionantes estéticos en cuanto a sus acabados externos especiales, los cuales deben mencionarse en las especificaciones de la obra. Por lo tanto, tanto estas recomendaciones como los requisitos y procedimientos para elegir las dimensiones de una unidad cúbica de concreto se sujetan a dos principios:

Estas recomendaciones priorizan la protección de los intereses de los usuarios y del propietario de la obra.

El concreto debe cumplir con los requisitos mínimos establecidos en los planos y/o las especificaciones técnicas para la obra, así como con las características seleccionadas por el proyectista de diseño estructural.

2.5.2. Criterios básicos en el diseño

El hormigón debe ser de alta calidad y cumplir todos los requisitos establecidos en los planos y las especificaciones técnicas.



ejemplo, gráficos) y la preparación del diseñador son los fundamentos sobre los que se basa el proceso de selección de las dimensiones de la mezcla; el director del proyecto debe tener esto en cuenta. (ACI, 2011)

Es importante tener en cuenta que para crear un diseño de mezcla de concreto, se debe comenzar interpretando y verificando los planos, así como las especificaciones técnicas de la obra, y no finalizar hasta obtener la mezcla de calidad requerida. El responsable del proyecto debe tener en cuenta dos pasos para determinar las dimensiones de una dosificación de concreto:

Consideraciones preliminares sobre las dimensiones más apropiadas para una unidad cúbica de concreto. Para lograr esto, será necesario administrar la información previa obtenida de obras de referencia; diagramas y gráficos; especificaciones y detalles de la obra; normas y reglamentos; resultados de pruebas de laboratorio realizadas en los materiales a manejar; y estados de uso del concreto.

A través de pruebas realizadas en laboratorio y en persona, se ha confirmado que el concreto construido con los agregados que se trabajarán en la obra cumple con las dimensiones especificadas en el gabinete.

Los planos especificarán la resistencia a compresión de cada elemento estructural. Los requisitos de resistencia a la compresión se ajustan en función de la capacidad de los ensayos realizados a los 28 días de vaciar las sondas; esto se descarta en caso de que el proyectista o la supervisión lo soliciten edades diferentes para las pruebas. Precisas.



Si se deciden las dimensiones de la unidad cúbica de concreto, se debe aceptar que al 28 días o a la edad determinada, el concreto alcanzará la resistencia a la compresión media deseada. De manera a disminuir la durabilidad de los resultados de resistencia menores al diseño específico, el concreto sería clasificado. Se recomienda que no supere un resultado de prueba según la valorización de resistencia requerida cada diez.

Para garantizar la ejecución de una estructura con una fuerza del concreto especificada Resultados para la misma muestra de hormigón que antes utilizando sondas cilíndricas convencionales con dimensiones de 15 cm x 30 cm. según las normas ITINTEC 339.036, 339.033 o 339.034, se utilizarán para verificar que se cumplen los requisitos de resistencia para las formas especificadas.

Se considera un ejemplo de prueba que proporciona una estimación de los resultados mediante el uso de dos sondas cilíndricas comunes, colocadas en el mismo material de concreto y evaluadas a la edad adecuada para determinar su resistencia a la compresión del concreto.

Los resultados experimentales sobre la resistencia a la flexión o la resistencia a la compresión diametral no pueden utilizarse como criterio para la aprobación del hormigón. La resistencia de diseño del hormigón indicada a los 28 días no será inferior a 210 kg/cm² para todos los componentes estructurales resistentes a los terremotos, incluidas vigas, columnas, muros de corte, losas, cubiertas y láminas. En ambos casos, el acero debe ser dúctil y cumplir con las normas de calidad ANR 420.

Los elementos estructurales de mampostería, como los de viviendas unifamiliares, edificios multifamiliares de baja altura o estructuras con muros de mampostería resistentes a los terremotos y al peso, necesitan hormigón con una resistencia de diseño específica de al menos 175 kg/cm² después de 28 días. Cuando se construye utilizando una combinación de materiales, es necesario estudiar cada componente individualmente. Elija las dimensiones de la preparación en función de los valores de peso.

2.5.2.1. Marco legal

Ley N° 27314, ley general de residuos sólidos

El derecho de la comunidad a una gestión y un uso de los residuos racionales, saludables y ecológicamente adecuados está establecido por ley, junto con las normas para reducir y prevenir los peligros medioambientales y proteger la salud y la seguridad humanas.

El término se refiere al manejo y manipulación de desechos sólidos, que comienza con la producción y continúa hasta su disposición final, incluyendo diversas fuentes de desechos de diferentes grupos económicos, sociales y culturales. De igual forma, implica el manejo y transporte de desechos sólidos en todo el país.

En la presente ley no se incluyen las sobras sólidas con condición radiactiva, que son controladas por el Instituto Peruano de Energía Nuclear, siempre y cuando sea lo relacionado en su internamiento, según lo establecido en la presente Ley.

Artículo 8.- El transporte de materiales peligrosos y residuos sólidos desde las obras de construcción está regulado por el Ministerio de Transporte, Comunicaciones, Vivienda y Construcción. La agencia también supervisa y da luz verde a los camiones de residuos peligrosos para circular por las autopistas estatales y federales.

2.5.2.2. Parámetros a estudiar y normas aplicables

El objetivo de este estudio es comparar los diseños de mezclas estándar sin materiales adicionales con aquellos que incluyen componentes reutilizados, así como con los diseños de hormigón «tradicionales» que utilizan ladrillos usados y neumáticos recuperados. A la hora de probar y confirmar la calidad de todos los componentes, las normas y criterios establecidos por los estándares ASTM, los más reconocidos y apreciados a nivel internacional, son de un valor incalculable.

A continuación se detallan los parámetros que se someterán a prueba y comparación, junto con sus características principales y los criterios que regirán los procesos de prueba.

2.5.3. Asentamiento

La fluidez es otro nombre para esta métrica, que mide la facilidad con la que se puede trabajar y manipular el hormigón recién mezclado. La proporción es muy valorada como una característica importante al evaluar la calidad del concreto en la construcción, y también es importante tener en cuenta su tamaño al realizar el diseño de la mezcla.



Cuanto más alto sea el valor del asentamiento, mejor será la condición de trabajo y la apariencia del asentamiento. A pesar de ello, debido a una mayor relación entre el valor del agua y el cemento, se deben tener en cuenta los desafíos asociados con una falla muy significativa, como el curado y la falta de resistencia. Es fundamental tener un valor adecuado de la trabajabilidad de una mezcla de concreto al examinar sus características y funciones, así como una representación precisa de la magnitud obtenida.

Para garantizar que el concreto tenga las propiedades requeridas y cumpla con los requisitos de diseño y especificaciones del proyecto, el asentamiento del concreto debe controlarse y ajustarse según sea necesario. Una vez colocado, el concreto debe compactarse adecuadamente para eliminar las burbujas de aire y distribuir los materiales de manera uniforme, lo que aumenta la resistencia y durabilidad del concreto endurecido.

Las pruebas de asentamiento en hormigón, ya sea en un entorno controlado o in situ, están normalizadas por la norma ASTM C-143, la técnica de ensayo estándar para el hormigón de cemento hidráulico. El resultado es una interpretación de la geometría del dispositivo de ensayo y la parte que debe fabricarse de esta manera para que funcione correctamente.

Un resumen de la metodología del ensayo. Un prototipo de cono se construye colocando y compactando un ejemplar de concreto que se ha mezclado recientemente. Una vez que la mezcla se ha asentado, se retira el prototipo y se deja reposar durante un tiempo. Del mismo modo, el asentamiento se define como la distancia vertical entre la ubicación inicial y la final, medida desde el.

2.5.4. Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión es la capacidad del hormigón para resistir las fuerzas que actúan sobre él y que provocan una disminución de su volumen. El término se refiere a la capacidad del concreto para resistir fuerzas compresivas antes de que se desmorone. Una medida clave de la calidad y el rendimiento del hormigón en muchos contextos de construcción es su resistencia a la compresión, lo que la convierte en una de las propiedades más esenciales del material.

Metodología estándar para evaluar la resistencia a la compresión de los cilindros de concreto ASTM C-39 Este modo de prueba determina la resistencia a la compresión de los prototipos de cilindros de concreto, cilindros vaciados y núcleos taladrados. Con un valor unitario superior a 50 libras por pie cuadrado [800 kilogramos por metro cuadrado], está condicionada al concreto.

Descripción general del método utilizado para la prueba. El proceso de prueba consiste en someter los cilindros huecos a una carga axial durante un ciclo medio del grado adecuado hasta que se produzca la rotura. Cuando se divide la mayor carga acumulada a lo largo de la prueba por el área de la sección transversal de la sonda, se puede determinar la tensión de compresión de la pieza de prueba.



CAPITULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de la investigación

Este estudio analizará las dificultades en la utilización del concreto convencional con la incorporación de varillas de acero "Wirand", utilizando un procedimiento formal y secuencial. Se busca utilizar la técnica científica de aplicación, que se considera complicada y permite acumular actividades y descubrimientos recientes.

3.2. Diseño de Investigación

3.2.1. Enfoque de la investigación

La investigación utilizará procesos secuenciales, similares a los medios probatorios, y se llevarán a cabo en cada etapa sin saltar ningún paso. La secuencia es rigurosa y comienza con un concepto que se añade. Una vez establecida, se realizan las preguntas, se examina la bibliografía y se crea un marco. La resistencia al concreto hidráulico tanto a los valores de compresión como a los valores de tensión se miden a partir de las preguntas, así como las hipótesis y las variables.

3.3. Nivel de la investigación

En el presente proyecto de investigación de nivel de diseño mixto ya que cuenta con dos:

3.3.1. Investigación experimental

El objetivo incluye la descripción del tratamiento, el seguimiento de los fenómenos en el lugar de estudio, el uso de muestras significativas, la técnica para el análisis cuantitativo de datos, el diseño experimental y el plan de control.

Hernández (2014)

3.3.2. Investigación relacional

El objetivo de la investigación relacional es encontrar similitudes y diferencias entre mezclas de hormigón elaboradas con diversos áridos ligeros.

- Ladrillos reciclados
- Llantas recicladas

Se elaborarán gráficos comparativos basados en los hallazgos de las diversas pruebas mecánicas realizadas a las sondas creadas con estos materiales ligeros.

Los resultados de laboratorio se utilizarán para crear gráficos con los datos de los cuadros comparativos, donde se colocarán las curvas de variación.

3.3.3. Tipo de investigación

El objetivo de nuestra investigación es determinar las relaciones causa-efecto a través de un diseño experimental. Nuestra investigación utilizará este diseño para determinar la resistencia a la compresión del concreto con un factor de compresión de 210 kg/cm² y ladrillo reciclados y neumáticos.

- Técnicas e instrumentos
- Técnicas
- Técnicas e instrumentos de recolección de datos



- Ficha de registro de datos
- Técnicas de procesamiento de datos
- Análisis en laboratorio
- Tablas y gráficos de comparación de datos obtenidos de las muestras
- Trabajo de gabinete (cálculos y comprobaciones)
- Instrumentos

Según la (universidad tecnocientífica del pacifico 2018) Una herramienta de investigación confiable y válida es esencial para llevar a cabo cualquier estudio representativo.

De una comunidad. Este libro ofrece una colección de herramientas de investigación para diversos campos científicos.

- Instrumentos de recolección de datos
- Hojas de cálculos para granulometría de agregados
- Hojas de cálculos para porcentajes de humedad
- Hojas de cálculos para el peso específico de los agregados
- Hojas de cálculos para porcentaje de absorción
- Hojas de cálculos para resistencia a la compresión de briquetas (muestras)
- Software de cálculo Excel
- Instrumentos de ingeniería
- Balanzas, tamices, brochas, cono metálico, picnómetro, apisonador de metal, horno, etc (ensayo de los agregados).

Mezcladora, balanzas, moldes de briquetas, prensa hidráulica, tamices, horno, etc. (fabricación de muestras y ensayo de resistencia a la compresión)

3.4. Normas de ingeniería

Las normas que se emplearan en el presente proyecto son:

Norma ASTM C-143, Método de Prueba Normalizado para Asentamiento de Concreto de Cemento Hidráulico.

Norma ASTM C-31, Practica Estándar para Preparación y Curado de Especímenes de Prueba de Concreto en la Obra.

Norma ASTM D422, Análisis Granulométrico por Tamizado.

Normal ACI 211.1.74, Norma Para Agregados Gruesos Naturales de Igual Tamaño.

Norma ACI 211.1.81, Determinación de la relación Agua – Cemento.

3.5. Población y Muestra

3.5.1. Población

Según, (Pedro López Roldán, 2015), El término "universo" y "población" Estas palabras significan lo mismo; describen el conjunto completo de factores que analizaremos en nuestro análisis y las suposiciones que haremos en nuestros cálculos estadísticos y teóricos. Hay dos conjuntos de unidades que se utilizan en el muestreo estadístico: la población marco, que es el conjunto real de unidades utilizadas para la muestra, y la población hipotética, que es el conjunto de unidades a partir del cual se pueden inferir los resultados.

N representa el tamaño de la población.

Para el presente proyecto las pruebas de concreto con un patrón de f'c de 210 kg/cm² y las pruebas con material rehusado como plástico y jebes de llantas constituyen la población en este caso.

3.5.2. Muestra

Las 45 briquetas que componen la muestra incluyen 9 de la mezcla habitual, 9 de ladrillo reciclado, 9 de caucho de neumáticos reciclado, 9 con un 10 % de caucho reciclado y 9 con un 20 % de caucho de neumáticos reciclado.

3.6. Procedimiento de Recolección de datos

Materia Prima, Obtención y Caracterización

Detalles sobre los materiales que se utilizarán, el proceso de recogida de residuos de ladrillos y caucho, las canteras que se utilizarán para el diseño de la mezcla y su relación con el hormigón.

El uso de ladrillos y neumáticos para romper el hormigón recién vertido es una forma de evaluar su calidad.

Metodología estándar establecida por el ensayo de asentamiento de cemento de concreto ASTM C-143.

Metodología estándar para evaluar la resistencia a la comprensión de los cilindros de concreto ASTM C-39

- Material de Ladrillo Reciclado
- Material de Llantas Reciclada

Los neumáticos de los vehículos son el otro material que se puede utilizar porque son únicos y numerosos. Como se ha mostrado anteriormente, los

neumáticos se combinan con otros materiales; sin embargo, el caucho es el ingrediente principal y la característica de diseño que más debate ha suscitado.

Fue fundamental un proceso manual porque era imposible encontrar una empresa que procesara neumáticos y estuviera dispuesta a venderlos. Este componente presenta inconvenientes al procesarlo porque tiene cierta flexibilidad debido a su tamaño reducido.

Los recicladores de neumáticos, que también utilizan el material para fabricar correas, chancas y ganado, eran los principales proveedores del componente.

Estas cintas se cortaron en trozos más pequeños para crear el componente a utilizar. El material utilizado tiene un aspecto cúbico y tiene un lado de aproximadamente 4 mm. Se estimó que su peso unitario era de aproximadamente 720 kg/m³.

Figura 4 *Material de jebe triturado*



Nota: Eco Green (2021)

3.7. Ensayos realizados

Este procedimiento de ensayo define la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas, moldeadas y perforadas de hormigón, de conformidad con la norma ASTM C-39, la norma para evaluar la resistencia a la compresión del hormigón. Además de ser fácilmente accesible en el mercado doméstico, también es barato y sencillo de ejecutar.

Para lograr los objetivos mecánicos y físicos, la grava natural gruesa y fina se someterá a una serie de pruebas en el laboratorio de suelos.

Los medios probatorios adicionales que se utilizaron se describen y concluyen a continuación:

3.7.1. *Análisis Granulométrico*

El objetivo es determinar la disposición espacial de los fragmentos de suelo en una región determinada. Por lo tanto, su clasificación mediante métodos como AASHTO o SUCS es igualmente factible. Este estudio es necesario porque un gran número de evaluaciones de aprobación del suelo para construir presas o diques de tierra, sistemas de drenaje, bases o subbases de carreteras, etc.

Para distribuir las dimensiones, se emplean tamices normalizados y numerados en orden decreciente: 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y N° 200.

Con el uso de tamices debidamente numerados y dimensionados, la técnica de análisis mecánico puede aplicarse a suelos cuyos fragmentos tengan un tamaño superior a 0,074 mm (74 micras).

3.7.1.1. Equipo necesario

- Grupo de tamices, de 8 pulgadas de diámetro: standard testsieve, ASTM E-11.
- Balanza electrónica de marca Kessel, con una capacidad máxima de 30kg y mínima de 200gr.
- Horno eléctrico de marca Humboldt que funciona a temperatura de 110°C

3.7.2. Materiales y Herramientas

3.7.2.1. Procedimiento de ensayo

Primero, se pesa el árido grueso reciclado (AGR) en una balanza, Después, se utiliza una hoja de registro para anotar la información. Después, se lleva a cabo el proceso de tamizado con el objetivo de separar los diversos fragmentos, comenzando en orden decreciente para evitar la mezcla de las partículas tamizadas. Se mide el peso de cada sección conservada mientras se vacía un recipiente de cristal sobre la balanza. Con un margen de error del 5 %, hay que confirmar que el peso total que queda en el tamiz es igual al peso de la parte granular gruesa.

En segundo lugar, se pesa sobre el tamiz número 4 el componente de la sección granular fina natural, y los datos se interpretan en la hoja de registro. Se coloca el modelo en el tamiz N° 200 sin remover el material. Luego se limpiará el material para eliminar las partículas como limos, arcilla y coloides que estén por debajo del tamiz N° 200. Incluso si el agua brota transparente y libre de impurezas. Los finos se han humedecido, por lo que todo lo que se mantiene en el tamiz N° 200 tendrá una parte de arena. Se instala en un recipiente para evitar

la fijación de componentes en el tamiz. Cambiamos la botella de limpieza por un vaso de 600 ml y lo utilizamos como componente.

El agua se separa y el ejemplar se hornea a 105 °C (más o menos 5 °C) durante aproximadamente 18 horas. Después de eso, se deja entibiar y se divide en tamices número 10, 40, 60 y 200. Las secciones que se conservaron se pesaron en cada uno de sus tamices y se registraron en la hoja de registro.

3.7.3. *Peso específico (P.e.)*

Tanto el peso agregado como el específico pueden calcularse utilizando este método. El peso específico volumétrico, el peso específico del volumen (tanto saturado como seco, o SSS) o el peso específico adecuado son varias formas de describir el peso específico.

El peso específico del volumen (SSS) y la absorción se obtienen humedecidos en agua por un día, según la metodología del picnómetro. Gracias al peso específico de los áridos, el hormigón se puede dosificar a partir de cantidades muy pequeñas..

En consonancia con el peso unitario, reconoce la compactibilidad del material. La capacidad de los granos agregados, los morteros y los hormigones para absorber agua depende en gran medida de su porosidad interna.

El procedimiento se basa en pesar una muestra en un entorno seco y saturadas exteriormente. A continuación, se distribuye su volumen en proporción al peso del agua aforada. Los pesos específicos se evalúan en función de los valores alcanzados para cada situación. Por lo tanto, se utiliza la siguiente fórmula:

$$P. e. = \frac{B}{W_c + B - W}$$

Dónde:

P.e.= Peso Especifico

B= Peso de la Muestra Saturada Seca (SSS)

Wc= Peso del Picnómetro con agua

W= Peso del Picnómetro más muestra más el agua

3.7.4. Absorción de los agregados

El término se refiere al aumento de la masa total causado por el agua presente en los poros del componente, en contraposición al agua que está unida a las partículas. Aquí se muestra la fracción del volumen deshidratado. El agregado se considera "seco" cuando se ha mantenido por un período regular de tiempo a una temperatura constante de 110°C (más o menos 5°C) para extraer toda el agua no combinada.

La siguiente fórmula se utiliza:

$$Abs = \frac{B - A}{A} \times 100$$

Dónde:

Abs = Porcentaje de Absorción

A = Peso de Muestra Secada al Horno

B = Peso de Muestra Saturada Seca (SSS)

Requisitos de uso para el Agregado

3.7.5. Agregado Grueso

Los artículos deben estar libres de cualquier material orgánico, sal u otros compuestos peligrosos, y deben limpiarse de cualquier suciedad, polvo, sedimentos o incrustaciones antes de su uso.

El agregado grueso está compuesto principalmente por partículas limpias, duras, compactadas, resistentes y de textura gruesa que tienen un perfil angular o semiangular.

3.7.6. Agregado Fino

Solo se puede utilizar arena natural como árido fino. Sus partículas estarán libres de residuos, tendrán forma angular y serán duras, compactas y resistentes.

Todos los contaminantes potencialmente peligrosos, incluyendo polvo, partículas escamosas, exquitos, pizarras y álcalis, deben ser expulsados del agregado fino. Por defecto, debe estar libre de materia orgánica, venta u otras sustancias que pueden ser dañinas en cantidades significativas.

3.8. Contenido de Humedad

Debido a una característica porosa en uno de los lados de los agregados, los que se dejan a la intemperie pueden encharcarse fácilmente. De esta manera, pueden alcanzar un cierto nivel de humedad, lo cual es estupendo, ya que nos indica si hay que añadir agua a la mezcla o no.

En este experimento, el contenido total de humedad de una muestra de árido se determina secándola y comparando luego su masa original y su masa final. Tanto este método como el control del compuesto en una masa de hormigón son excelentes para tareas habituales.

3.8.1. *Objetivos*

Determine el contenido total de humedad para garantizar la calidad y uniformidad de la mezcla de concreto.

Conozca el uso del calor como el método más adecuado para eliminar la humedad de los agregados.

Sepa cómo se relacionan la absorción, la humedad superficial y la humedad total y la absorción.

3.8.2. *Material y equipos*

- Balanza electrónica con una capacidad máximo de 30kg y mínimo de 100gr.
- Horno marca Humboldt con una capacidad en temperatura de 110°C.
- Receptáculo usado para la muestra en el horno.

La porosidad de los fragmentos está directamente relacionada con el nivel de humedad que pueden experimentar los agregados en ocasiones. En su momento, la porosidad requiere la magnitud, la cantidad y la permeabilidad de los poros.

A continuación se detallan los cuatro estados por los que pueden pasar los fragmentos agregados:

Seco. Incluso si los agregados tienen un peso continuo, Para ello, se puede secar en un horno a 110 °C. (generalmente en un día).

Muy seco. Se desarrolla en el medio ambiente.

Saturado y seco superficialmente. En el caso más grave, cuando todos los poros de los áridos están saturados de agua, aunque parecen estar secos. Esta condición solo se puede experimentar en el laboratorio.

Absolutamente seco. El agua suelta exterior y cada uno de los agregados están llenos de agua.

El contenido de humedad agregado puede determinarse utilizando la siguiente fórmula:

$$W\% = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Dónde:

$W\%$ = Porcentaje de Humedad

W_w = Peso del Agua que Existe en la Muestra

W_s = Peso de la Muestra Seca

3.8.3. Módulo de Fineza

El módulo de finura, a menudo denominado módulo de tamaño de partícula, no es una categoría de tamaño de partícula, ya que permanece constante independientemente del número de tamices utilizados. A pesar de ello, el módulo de finura sigue utilizándose porque da una idea de la uniformidad o finura del agregado.

Como resultado, el módulo fino se evalúa combinando los porcentajes retenidos en los tamices estándar y dividiendo luego el total general por 100.

La insuficiencia de agua y la flexibilidad del concreto están influenciadas significativamente por las variaciones en la granulometría de la arena. Por lo tanto, para mantener constante la resistencia del hormigón, es necesario ajustar la cantidad de agua y cemento si el tamaño de grano de la arena cambia significativamente. Las entregas consecutivas de áridos finos no pueden provocar una variación en su módulo de finura superior a $\pm 0,2$, con el fin de evitar el recálculo del diseño de la mezcla de hormigón.

En la designación del módulo de multa, se utilizará el tamiz número 100. tamiz de 50, tamiz de 30, tamiz de 16, tamiz de 8 y tamiz de 4 de 3/8 de pulgada.

$$MF = \frac{(\Sigma \% \text{ retenido en las mallas. } (\frac{3}{8,4,8,16,30,50,100}))}{100}$$

3.8.4. **Peso Unitario**

Esta prueba demuestra la conexión de volumen/peso para determinar la elección y el uso de agregados. Las cualidades del cemento se ven afectadas por este vínculo. La siguiente es su fórmula.

$$P. U. = \frac{W_{rm} - W_m}{V_r}$$

Dónde:

P.U. = Peso Unitario

W_{rm} = Peso del Recipiente mas la Muestra

W_r : = Peso de la Muestra

V_r = Volumen del Recipiente

3.8.5. *Peso Unitario Suelto*

De esta manera, establece la relación peso/volumen al hacer caer voluntariamente el agregado a una altitud determinada (5 cm aproximadamente), en un envase de dimensión conocida y sólida. La razón es que facilita el proceso de convertir pesos agregados en medidas volumétricas y viceversa, esta información es crucial.

3.8.6. *Peso Unitario Compacto*

Esta técnica, que consiste en comprimir el compuesto entre moldes, se emplea en determinados tipos de diseño de mezclas y es análoga al uso del peso unitario suelto, según el American Concrete Institute.

3.9. *Diseño de las Mezclas*

Las mezclas se hicieron con el objetivo específico de crear una bolsa de 8 cm a 10 cm para que se pudiera elegir el trabajo a través de la bolsa. La mezcla patrón, también conocida como mezcla de concreto simple, tenía una resistencia a la compresión f'_c de 210 kg/cm² (3000 psi) y una relación agua/cemento de 0.54. Se realizó un análisis de la proporción de humedad contenida en los agregados y se encontró que el agregado fino tenía un 2,93% y el agregado grueso un 1,95%, a pesar de que los agregados tienen una mayor capacidad de agua. Se encontró un tamaño volumétrico aproximado de 1:2:2:0.56, según los datos anteriores.

Con respecto a las mezclas con agregado de ladrillo y componentes de neumáticos, se agregaron los factores que se utilizaron para la misma base 1:2:2. Sin embargo, para lograr el colapso deseado, se realizó un ajuste en las proporciones de agua/cemento debido a la necesidad de añadir agua adicional. El plástico

necesitaba 0.65 y los neumáticos 0.60, lo que cambió los valores de resistencia para lograr el colapso.

3.9.1. Elaboración de las probetas para la prueba a la compresión

La norma ASTM C-31 especifica cómo se fabrica el concreto, los componentes para los prototipos y las dimensiones adecuadas de los testigos para experimentos de compresión. Se utilizaron tres muestras por cada edad del concreto para las experimentaciones, por lo que se obtuvieron 9 muestras para cada mezcla durante siete, catorce y veintiocho días, lo que resultó en un total de 54 muestras.

3.9.2. Proporción y medida de los materiales

Se utilizaron mezclas de hormigón para construir los tres modelos. Uno tenía agregado de ladrillo, el otro tenía compuestos de neumáticos y el tercero no tenía nada más. Estos prototipos se utilizaron para comparar y evaluar la calidad de los componentes. Se utilizó la misma plataforma de hormigón para las dosis de los otros dos componentes reciclados, a saber, los ladrillos y los neumáticos. Se calcularon los porcentajes para cada prototipo de mezcla en función del peso del cemento y del volumen necesario para producir todas las sondas necesarias para realizar los experimentos. Con base en el concreto de cada prototipo de mezcla, se determinó la proporción de materiales reciclados con respecto al volumen total.

Se optó por acumular el componente reciclado (como el ladrillo y el neumático) en un 5% del volumen total de la base de concreto simple, ya que parece ser suficiente para observar los resultados de la agregación sin reducir demasiado la acumulación de concreto. Además, se agregó una cantidad

significativamente representativa del componente reciclado para lograr algún beneficio. Se pesó el cemento, el agua y el agregado en una balanza con capacidad hacia kilogramos y aproximadamente 0.1 kg basándose en las dimensiones determinadas.

Figura 5 *Acopio de materiales*



3.9.3. Combinación de los materiales

La mezcla de los componentes se llevó a cabo con una mezcladora o concreteira, y la forma en que se llevó a cabo se simplifica de esta manera:

Mezclamos los materiales después de medir sus pesos y determinar los volúmenes de las partes recicladas. El cemento, la arena y el agregado grueso se mezclaron en una hormigonera durante 180 segundos para obtener una composición uniforme. A continuación, mientras se trabajaba con combinaciones

que incluían materiales reciclables, se añadieron las materias primas y se dejó reposar la mezcla durante el tiempo necesario para garantizar su homogeneidad.

Después de que la mezcla estuvo lista, se llevó a cabo la evaluación de asentamiento y, al mismo tiempo, se vaciaron los cilindros y se llevó a cabo la prueba de compresión.

Figura 6 *Combinación de materiales*



Nota: Elaboración propia

3.9.4. Moldeado de muestras

Los cilindros de ensayo utilizados tenían un diámetro de 6 pulgadas y una altura de 12 pulgadas. Para facilitar su rápida extracción tras el desmoldeo, los prototipos metálicos se cortaron longitudinalmente, y contaban con mariposas y tornillos para cerrarlos y despegarlos con facilidad. Los prototipos tienen una placa metálica plana en la parte inferior que sirve como base. En la placa están insertados tornillos similares a los que encajan en las protuberancias del prototipo cilíndrico, lo que permite fijar la base a él. Antes de vaciar el concreto, los prototipos fueron lubricados para evitar la pegajosidad entre ellos y el concreto, lo que resultó en un desencofrado limpio.

El prototipo consistía en verter el líquido en tres niveles de altura uniforme, cada uno de los cuales contenía un compactador metálico con puntas esféricas y un diámetro de 5/8 pulgadas. El proceso de compactación consistía en aplicar 25 golpes por capa y distribuirlos uniformemente por toda la sección transversal. De este modo se garantizaba la compactación de todas las capas, incluida la inferior.

Una vez nivelada la capa final, se dieron 20 golpes uniformes a los lados de la escultura con un martillo de goma.. Para garantizar el asentamiento completo del concreto, se utilizó un trozo de metal plano para nivelar la capa final.

Figura 7 *Preparación de probetas*



Nota: elaboración propia

3.9.5. Desencofrado

Retiramos los moldes, desatornillamos las tuercas de mariposa y separamos los cilindros metálicos que rodeaban las sondas veinticuatro horas después de terminar de moldear las muestras. Por último, se les asignó un nombre a cada una para facilitar su identificación en las pruebas.

Figura 8 *Desencofrado de briquetas*



Nota: Elaboración propia

3.9.6. Curado

El proceso de limpieza es de gran importancia, ya que permite detectar elementos potencialmente dañinos para el cemento. En términos generales, es importante destacar que el proceso de curado tiene como objetivo evitar el secado temprano, especialmente debido a los rayos solares y del viento. Para garantizar la obtención de las características deseadas del concreto, especialmente en el lado más cercano a la superficie, es necesario curar el concreto recién fabricado durante un período adecuado, comenzando lo antes posible.

Para evitar que el hormigón alcance las propiedades que su composición le permitiría adquirir, el curado generalmente tiene la capacidad de evitar que el agua y el cemento interfieran en el efecto químico. Igualmente se puede evitar una disminución rápida debido a las variaciones de temperatura que causan grietas.

La evaporación del agua puede generar esfuerzos recientes que pueden imponer sus valores de resistencia a la tensión. Además, la falta o falta de curado tiene un impacto en la duración del concreto, principalmente en la superficie.

Una vez retirados del encofrado, los núcleos se trasladaron a un tanque de agua. Sumergirlos ayudó a mantener las condiciones ideales de curado, incluso cuando se sometieron a pruebas a los 7, 14 y 28 días.

3.9.7. Ensayo de Asentamiento (Slump)

La norma ASTM C-143 sirvió como base para esta prueba, que se llevó a cabo antes del prototipo a las sondas y después de la mezcla de los componentes.

Debido a que este ensayo fue realizado de manera sencilla, es muy valioso. El proceso de ensayo puede ser el siguiente:

Es esencial transferir el prototipo a una superficie nivelada, húmeda y no absorbente. Un operador lo fijará de forma segura a los dos soportes para los pies mientras se llena.

Vierta tres tandas de hormigón en el molde a la vez; cada tanda debe ser aproximadamente tres veces el tamaño del prototipo.

Utilice 25 golpes para aplanar cada sección del prototipo y, a continuación, divídalo en partes iguales a lo largo del borde de la capa. Siguiendo las instrucciones de la sección siguiente, debe inclinar suavemente el pisón y golpear muchas veces cerca del perímetro. Para garantizar que los golpes solo alcancen esta capa, es importante aplanar la segunda y tercera capa a la misma profundidad.

Antes de comenzar la compactación, vierta hormigón en el prototipo y alise la capa superior. Si el nivel del hormigón queda por debajo del borde superior del prototipo después del apisonado, añada más hormigón. Esto garantizará en todo momento que el prototipo tenga un saliente de hormigón por encima de su borde superior. Gire la regla sobre el prototipo para nivelar el exceso de hormigón después de compactar la capa superior. Mientras agita el hormigón cerca de la base del prototipo para evitar interferir con la agitación, manténgalo firmemente en su sitio para realizar la prueba de asentamiento.

Es fundamental elevar rápidamente el prototipo en vertical después de retirarlo del hormigón. Con un movimiento ascendente y evitando movimientos laterales o de torsión, eleve el prototipo 30 cm en 5 ± 2 segundos. Todo el procedimiento, desde el llenado hasta la retirada del prototipo, debe realizarse sin contratiempos y en menos de 2,5 minutos.

A continuación, se utilizan la altura del prototipo y el punto original en la parte superior del hormigón en un estudio de variación de altura para evaluar el asentamiento. Debe descartar los resultados y volver a realizar la prueba si el hormigón se desplaza hacia un lado o parece perder volumen en un punto.

Figura 9 *Prueba de slump*



Nota: Elaboración propia

3.9.8. Resistencia a la compresión

La prueba de compresión es la evaluación más común del rendimiento del concreto y se utiliza para diseñar la resistencia de otras estructuras.

La resistencia a la compresión se determina midiendo la resistencia del hormigón con sondas cilíndricas en el equipo de ensayo de compresión. A partir de este valor se calcula la carga de rotura seccional.

El cumplimiento de los criterios de resistencia precisos establecidos en el diseño de la mezcla por parte de la mezcla de hormigón suministrada se determina principalmente por los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión.



La resistencia del hormigón en estructuras, el control de calidad, la aprobación del hormigón, la planificación de las operaciones de construcción, la retirada del encofrado y la estimación de las probabilidades de curado y mantenimiento son todos resultados posibles de los ensayos de resistencia realizados en cilindros moldeados. En concreto, este estudio sería útil para determinar si los ensayos y el diseño son adecuados para fabricar hormigón utilizando áridos reciclados.

- MN – Mezcla Normal
- ML – Mezcla con contenido de Ladrillo
- MLL – Mezcla con contenido de Llanta

Por lo tanto, para cada edad que se va a evaluar, se seleccionan tres muestras de cada muestra combinada; estas muestras se numeran 7, 14 y 28, respectivamente. En ese momento, utilizaremos los números 1, 2 y 3 para diferenciar las muestras. Las sondas cilíndricas utilizadas en la prueba tenían un diámetro de 6 pulgadas (15,24 cm) y una altura de 12 pulgadas (30,48 cm).

La siguiente es la metodología utilizada en la norma para llevar a cabo esta prueba:

La norma ASTM C-31, establecida con el fin de colocar y desinfectar muestras de ensayo de hormigón, debe seguirse durante toda la fabricación del molde cilíndrico.

Sin interacciones, el dispositivo debe ser capaz de suministrar una fuerza sostenida de entre 20 y 50 psi/seg..

Realice las mediciones necesarias para determinar el tamaño del cilindro en conformidad con la NTP.

Figura 10 *Medición de las muestras*



Nota: Elaboración propia

Figura 11 *Peso de los especímenes*



Nota: Elaboración propia

El espécimen se coloca a continuación en la parte media de la base que se encontrar en la máquina para ponerlo a prueba. La prueba se lleva a cabo



cargando el espécimen hasta que la carga se rompe luego se realiza el registro de carga total que soporta la muestra y por último se realiza los cálculos y se da el informe según la norma.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados obtenidos

Nuestro diseño de mezcla se basa en los resultados de numerosos estudios realizados sobre las propiedades físicas del agregado. Además, variamos las proporciones de caucho reciclado de neumáticos añadiendo un 5 %, un 10 % y un 20 % a cada mezcla. A continuación, presentamos los resultados de nuestras pruebas de laboratorio.

4.1.1. Resultados de la caracterización del suelo

Tabla 4

Contenido de humedad

Descripción	Unidad	Datos
Suelo húmedo+ tara	g	428.1
Suelo seco + tara	g	401.3
Peso de la tara	g	38.2
Peso del agua	g	26.8
Peso del suelo seco	g	363.1
Humedad %	%	7.38

Nota: Resultados obtenidos en el laboratorio

Tabla 5*Absorción y peso específico*

Descripciones	Gravas	Arenas
Absorción.	3.9 %	2.9%
Pesos específico.	2.5	2.6

Nota: Resumen de resultado del laboratorio

Tabla 6*Peso Unitario suelto y varillado*

Descripciones	Gravas	Arenas
P. U. sueltos.	1374	1511
P. U. varillados.	1483	1624

Nota: Resumen de resultado del laboratorio

Tabla 7*Granulometría arena*

Tamiz	Peso retenido	% retenido
No. 4.	0	0
No. 8.	68.1	13.6
No. 16.	123.7	24.7
No. 30.	117.7	23.5
No. 50.	103.5	20.7
No. 100.	49.5	9.9
No. 200.	33.1	6.6
Base.	4.5	0.9

Nota: Resumen de resultado del laboratorio

Figura 12*Curva granulométrica*

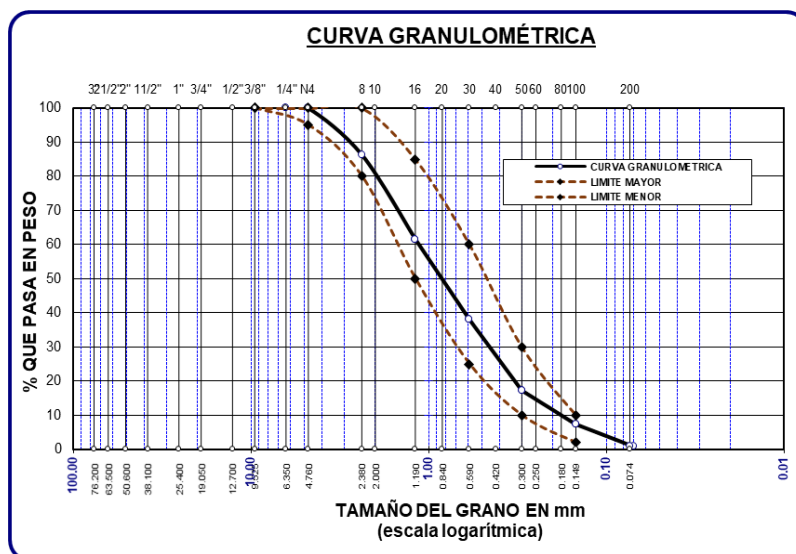


Tabla 8

Resultados de la caracterización de los agregados

Caract. del agregado	Grava	Arena
P.E. sss.	2.5	2.6
P.U. suelto	1374	1511
P.U. con varilla	1483	1624
Absorción	3.9	2.8
Humedad	1.6	61
Módulo de fineza		2.9

Nota: Resumen de resultado del laboratorio

Tabla 9

Datos de la dosificación de muestras

Descripción	Proporción peso seco kg/cm ³	Cuantificación en volumen	Dosificación en peso húmedo	Cuantificación en volumen
Cemento	307	1	307	1
Agua	193	0.63	188	0.6

Grava	907	2.9	921	3
Arena	810	2.6	859	2.8

Nota: Resumen de resultado del laboratorio

Figura 13

Cuantificación en volumen

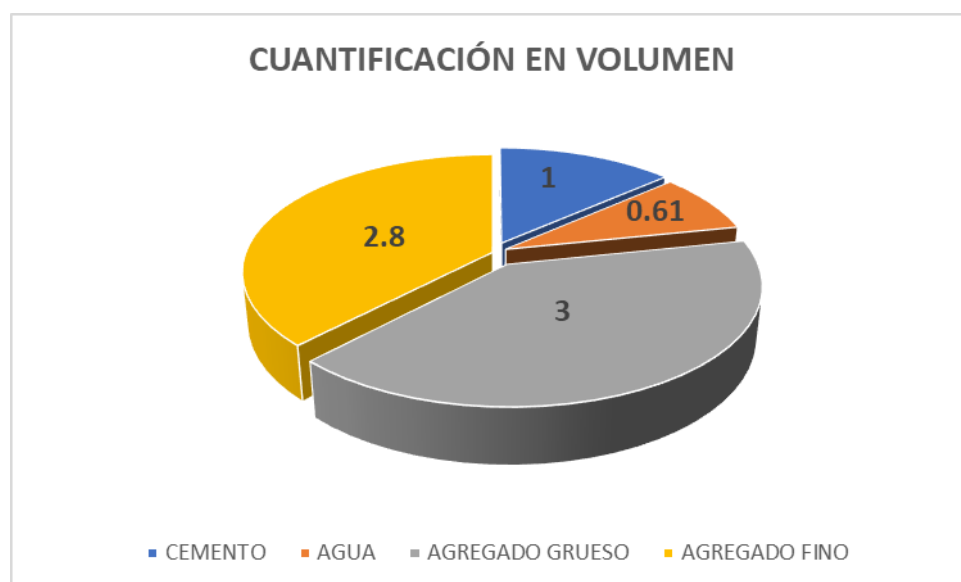


Tabla 10

Datos de la cuantificación en peso

Dosificación por peso	Cantidad
Cemento	42.5 kg
Arena	118.8 kg
Grava	127.4 kg
Agua efectiva	26.1 kg

Nota: Resumen de resultado del laboratorio

Figura 14

Cuantificación en peso



Tabla 11

Datos de la cuantificación en peso

Dosificación por peso	Cantidad
Cemento	42.5 kg
Arena	118.8 kg
Grava	127.4 kg
Agua efectiva	26.1 kg
Llanta de jebe rec. 5%	2.1 kg
Llanta de jebe rec. 10%	4.3 kg
Llanta de jebe rec. 20%	8.5 kg

Nota: Resumen de resultado del laboratorio

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

Tabla 12

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	19180	176.2	108.8	210	7	62.2
2	Probeta M-2	19060	177.1	107.6	210	7	61.5
3	Probeta M-3	19810	177.4	101.7	210	7	63.8
	PROMEDIO			109.4	210		62.5

Nota: Resultados obtenidos del ensayo a rotura a 7 días

Figura 15

Resistencia a los 7 días

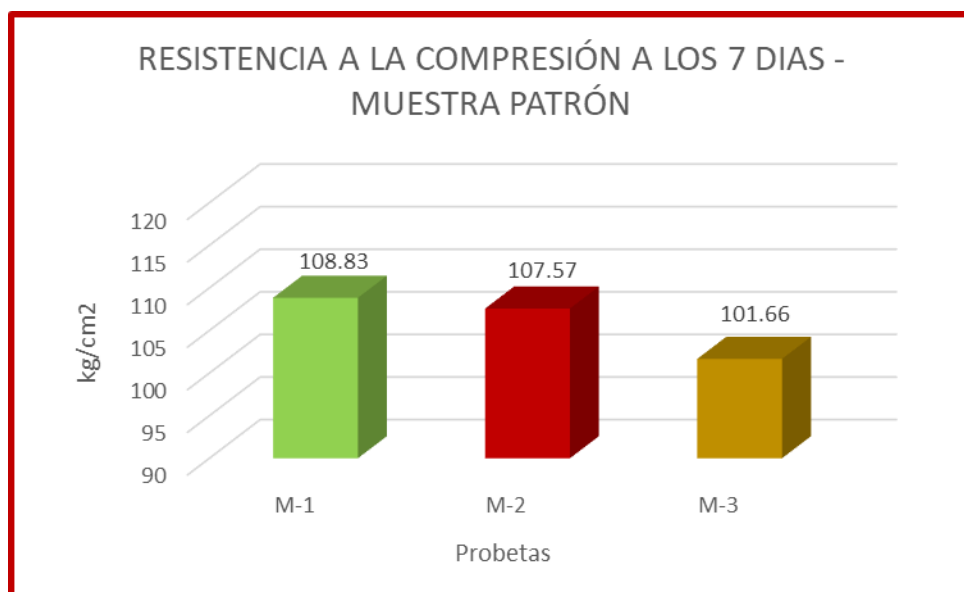


Tabla 13

Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 5% caucho 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	20440	177.6	115.1	210	7	65.7
2	Probeta M-2	19270	176	109.5	210	7	62.6
3	Probeta M-3	19820	177.1	111.9	210	7	63.9
	PROMEDIO			112.1	210		64.1

Nota: Resultados obtenidos del ensayo a rotura a 7 días

Tabla 14

Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 10% jebe de llanta 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	21030	176.2	119.3	210	7	68.2
2	Probeta M-2	20900	210.8	118.9	210	7	67.95
3	Probeta M-3	20180	176.95	114.0	210	7	65.2
	PROMEDIO			117.4	210		67.1

Nota: Resultados obtenidos del ensayo a rotura a 7 días

Tabla 15

Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 20% jebe de llanta 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	20440	177.6	115.1	210	7	65.7
2	Probeta M-2	19270	176.0	109.4	210	7	62.6
3	Probeta M-3	19820	177.2	111.9	210	7	63.9
	PROMEDIO			112.1	210		64.1

Nota: Resultados obtenidos del ensayo a rotura a 7 días

COMPARACIÓN DE RESULTADOS A LOS 7 DIAS

N.º	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD DÍAS	%
1	Muestra patrón	109.4	210	7	62.5
2	Muestra con 5% CR	112.1	210	7	64.1
3	Muestra con 10% CR	117.4	210	7	67.1
4	Muestra con 20% CR	115.5	210	7	66

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

Figura 16

Comparación de resultados 7 días

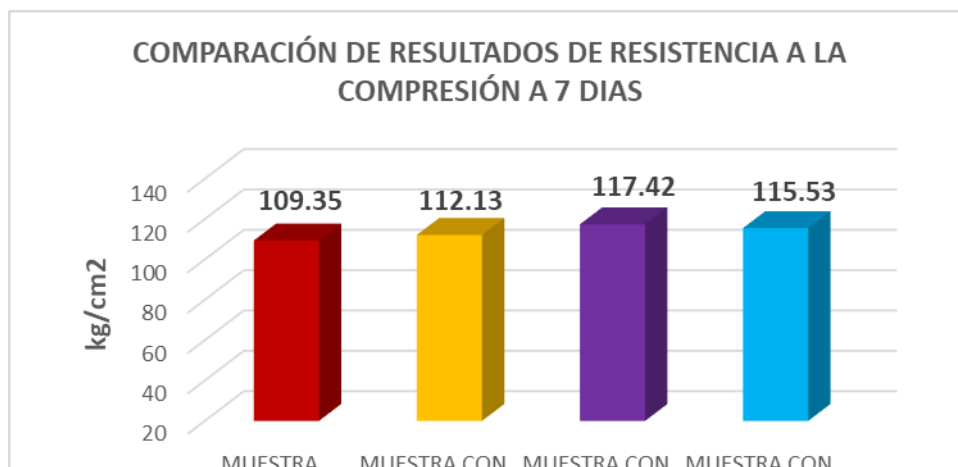


Tabla 16

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	29820	176.2	169.2	210	28	96.7
2	Probeta M-2	30190	177.2	170.4	210	28	97.4
3	Probeta M-3	30520	177.7	171.8	210	28	98.2
	PROMEDIO			170.5	210		97.4

Nota: Resultados obtenidos del ensayo a rotura a 28 días

Figura 17

Resistencia a los 28 días

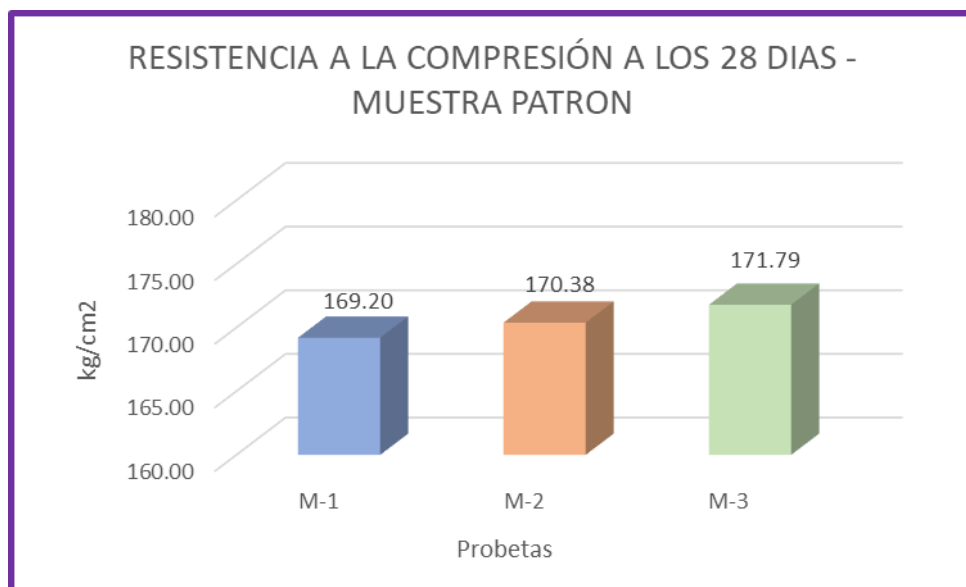


Tabla 17

Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 5% caucho 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	31120	177.4	210.4	210	28	100.2
2	Probeta M-2	30690	177.2	173.2	210	28	99
3	Probeta M-3	30810	176	210.1	210	28	100
	PROMEDIO			174.6	210		99.8

Nota: Resultados obtenidos del ensayo a rotura a 28 días

Tabla 18

Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 10% caucho 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	31880	176.21	180.4	210	28	103.1
2	Probeta M-2	32090	176.95	181.4	210	28	103.6
3	Probeta M-3	32030	176.24	181.7	210	28	103.8
	PROMEDIO			181.2	210		103.5

Nota: Resultados obtenidos del ensayo a rotura a 28 días

Tabla 19

Resultados de resistencia a compresión de la muestra con 20% caucho 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	31220	177.7	210.7	210	28	100.4
2	Probeta M-2	30810	176.2	174.8	210	28	99.9
3	Probeta M-3	30220	177.2	170.6	210	28	97.5
	PROMEDIO			173.1	210		99.6

Nota: Resultados obtenidos del ensayo a rotura a 28 días

COMPARACIÓN DE RESULTADOS A LOS 28 DIAS

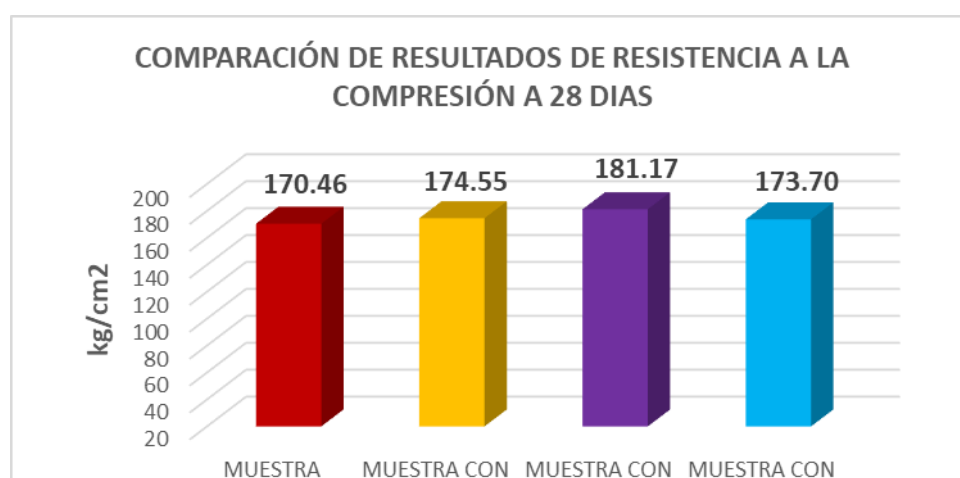
N.º	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD DÍAS	%
1	Muestra patrón	170.5	210	28	97.4

2	Muestra con 5% CR	174.6	210	28	99
3	Muestra con 10% CR	181.2	210	28	103.5
4	Muestra con 20% CR	173.7	210	28	99.7

Nota: Resultados obtenidos del ensayo a rotura a 28 días

Figura 18

Comparación a los 28 días



DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Todo apunta a una absorción de arena del 2,87 %, sin embargo, una mezcla de grava compuesta por un 75 % de áridos naturales y un 25 % de material reciclado presenta una absorción bastante elevada, del 3,96 %, gracias a la mayor porosidad del material reciclado. La densidad de la grava mezclada con un 25 % de material reciclado y un 75 % de áridos naturales es de 2,47 g/cm³. Esta densidad es inferior a la de la arena debido al mayor volumen que ocupa el material reciclado. A diferencia de la grava, que consistía en un 75 % de áridos naturales y un 25 % de material reciclado, el peso unitario de la arena era de 1,624 g/cm³.

Se midió $1,486 \text{ g/cm}^3$. La mezcla de grava con un 75 % de áridos naturales y un 25 % de material reciclado tenía una gradación deficiente y no cumplía los límites de granulometría; alcanzaba un tamaño nominal máximo de 1" debido al material reciclado, pero la arena tenía una gradación ideal y un módulo de finura de 2,89, por lo que era viable.

En el estudio de (Saca, 2022), se incorporó caucho reciclado en porcentajes de 4%, 8% y 12%. Los resultados mostraron que, al adicionar un 12% de caucho reciclado al diseño de mezcla de un concreto poroso, se observó un incremento del 2.55%. Esta mezcla se aplicó en losas y pavimentos para asegurar un tránsito más liviano y menos congestionado, mejorando los procesos de infiltración en la región. En cuanto a la resistencia a la compresión, al añadir un 12% de caucho, se alcanzó un valor máximo de 262.50 kg/cm^2 , lo que indica que este aditivo aumenta la resistencia de carga y la capacidad de soporte del suelo, presentándose como una alternativa fiable para mejorar la resistencia del mismo. Además, las pruebas de permeabilidad realizadas en hormigón poroso revelaron que una dosificación del 12 % arrojaba un valor de $7,8 \text{ E-12}$. Esto sugiere que cuando se añade pavimento rígido en un porcentaje mayor, la impermeabilidad aumenta. Como resultado, el agua no puede atravesar la estructura interna del hormigón, lo que protege sus propiedades físicas y mecánicas.

CONCLUSIONES

GENERAL. Una forma ecológica y rentable de reducir los efectos negativos de la industria de la construcción sobre el medio ambiente es fabricar hormigón utilizando recursos reciclados, como ladrillos y neumáticos. Los resultados del estudio demuestran que, en proporciones adecuadas, estos materiales pueden integrarse en el concreto sin comprometer significativamente su resistencia a la compresión, ofreciendo una opción viable para aplicaciones no estructurales en la región de Puno. Este enfoque promueve una gestión más eficiente de los residuos y un avance hacia prácticas constructivas más responsables y ecológicas

PRIMERO. Los agregados reciclados de llantas y ladrillos ofrecen una alternativa prometedora en la fabricación de concreto, aportando beneficios en términos de sostenibilidad y reducción de costos. Las partículas de llantas proporcionan flexibilidad y ligereza al concreto, aunque tienden a disminuir ligeramente la resistencia a la compresión. Por otro lado, el agregado de ladrillo reciclado, gracias a su dureza y textura cerámica, contribuye a una mayor resistencia en la mezcla. Estos materiales, utilizados en las proporciones adecuadas, pueden mejorar ciertas propiedades mecánicas y servir en aplicaciones no estructurales, impulsando la reutilización de desechos y disminuyendo la dependencia de agregados naturales.

SEGUNDO. Resultados de las pruebas sobre la resistencia a la compresión del hormigón, incluyendo neumáticos reciclados y ladrillos muestra que, aunque el uso de estos materiales puede reducir levemente la resistencia en comparación con el concreto convencional, los resultados siguen siendo satisfactorios para



aplicaciones no estructurales. Los residuos de ladrillos ofrecen una mayor contribución a la resistencia debido a su estructura rígida y cerámica, mientras que las partículas de llanta, aunque menos resistentes, mejoran la ductilidad del concreto. En conjunto, la mezcla de estos materiales reciclados en proporciones controladas permite obtener un concreto con resistencia aceptable, haciendo viable su uso en elementos de bajo requerimiento estructural, promoviendo así una alternativa sustentable en la construcción

TERCERO. La dosificación óptima de agregados reciclados de llantas y ladrillos en el concreto es fundamental para lograr un equilibrio entre resistencia y sostenibilidad. Los resultados indican que una combinación moderada de partículas de llanta y residuos de ladrillo permite alcanzar una resistencia a la compresión adecuada para aplicaciones no estructurales, sin comprometer la integridad del material. La proporción de cada agregado debe ser cuidadosamente ajustada: el exceso de partículas de llanta puede disminuir la resistencia, mientras que un porcentaje controlado de ladrillo reciclado contribuye a mejorarla. Esta dosificación equilibrada maximiza los beneficios ambientales al reutilizar materiales desechados y asegura un desempeño satisfactorio del concreto para usos específicos.

RECOMENDACIONES

1. Optimización de Proporciones: Es recomendable seguir investigando la proporción óptima de llantas y ladrillos reciclados en mezclas de concreto para maximizar la resistencia sin comprometer otras propiedades esenciales del concreto.
2. Evaluación de Otras Propiedades Mecánicas: Para futuras investigaciones, se sugiere evaluar propiedades adicionales, como la durabilidad y la absorción de agua, para obtener una comprensión integral del comportamiento del concreto reciclado.
3. Aplicaciones Prácticas en Proyectos Locales: Se recomienda promover el uso de concreto con materiales reciclados en proyectos locales de baja exigencia estructural, como aceras, pavimentos y elementos prefabricados.
4. Sensibilización y Capacitación: Es fundamental sensibilizar a constructores y trabajadores de la construcción sobre los beneficios del uso de materiales reciclados, acompañados de capacitaciones sobre su correcta implementación en obras



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar Lizarraga, J. T. (2024). Resistencia mecanica del concreto con adicion 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>
- 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/20500.12840/3561>
- 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 esquilas 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>



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 Huanca, P. G. (2023). *Comportamiento mecánico del concreto permeable con adición de fibras de cebada para un pavimento de alto tránsito en la localidad de Atocongo UNACEM*. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/10064>

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

Saca, M. L. (2022). Incorporación de ceniza de bambú en un concreto poroso para mejorar las propiedades mecánicas en un pavimento rígido—Cusco 2021. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/104728>

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>



PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGIA
¿Cómo afecta la resistencia mecánica del concreto a la compresión la incorporación de materiales rehusados como ladrillos y llantas?	Analizar las propiedades mecánicas a compresión del concreto cuando se agrega material de rehúso como ladrillos y jebes de llantas	La adición de materiales reciclados como el ladrillo y llantas mejoraría la resistencia a la compresión del concreto en Puno.	Variable Independiente: Resistencia a la Compresión	Peso de la muestra: (gr) Dosificación: 5%, 10% y 20%.	Enfoque: Cuantitativo Tipo: Aplicativo Nivel: Explicativo Diseño: Cuasi-Experimental
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLES	DIMENSIONES	INSTRUMENTOS
1.- ¿Será posible utilizar el concreto con o sin agregar material de rehúso de ladrillo y jebe de llanta, y serán adecuadas para mezclas de concreto para obtener la resistencia deseada?	1.- Determine la resistencia a la compresión del concreto con y sin agregar material de rehúso como ladrillos y jebes de llantas, así como si estos materiales pueden utilizarse en mezclas de concreto.	1.- La adición de materiales reciclados como el ladrillo y el jebe de llanta mejoraría la resistencia a la compresión del concreto puno.	Variable Dependiente: Concreto con adición en porcentajes de partículas de ladrillo rehusado y jebe de llantas rehusados.	Absorción, Proporción de ladrillo reciclado y jebe de llantas, Resistencia a la compresión.	Fichas de ensayos de laboratorio. Equipos y herramientas de laboratorio de Concretos.
2.- ¿Cuál es la proporción ideal de material reciclado, como ladrillos y jebes de llantas, en el concreto para obtener la resistencia a la compresión ideal?	2.- Determinar el comportamiento óptimo de resistencia a la compresión, agregando un porcentaje de material rehusado, como ladrillo y jebe de llanta.	2.- Con la incorporación de ladrillos y llantas, la resistencia a la compresión del concreto será ideal, 5%, 10% y 20% de jebe de llantas rehusadas, y 5%, 10% y 20% de ladrillo rehusado.			
3.-¿Cómo mejora el medio ambiente el uso de materiales de rehúso como el ladrillo y el jebe de llantas en mezclas con concreto?	3.- Identificar los beneficios del uso de materiales de rehúso como ladrillos y jebes de llantas en mezclas de concreto para mejorar el medio ambiente.	3.- El uso de materiales rehusados como ladrillos y jebes de llantas mejorará el medio ambiente.			



UNIVERSIDAD ANDINA "INCA GARCÉS VILASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



TESIS ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON

SOLICITANTE Bach. GEORGE ALEGRIA UPE COAQUIRA

CANTERA CUTIMBO

LUGAR DISTRITO DE PUNO

FECHA 10 DE JULIO DEL 2024

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno 486.19
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) 500.00
N° 8	67.05	13.41	13.41	86.59	Wc	-Peso del picnómetro con agua 1313.43
					W	-Peso del Pic. + muestra + agua 1614.88
N° 16	121.50	24.30	37.71	62.29	PESO ESPECÍFICO	
N° 30	118.06	23.61	61.32	38.68	Wc+B =	1813
N° 50	104.10	20.82	82.14	17.86	Wc+B-W =	199
N° 100	50.02	10.00	92.15	7.85	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = 2.52 \text{ gr/cm}^3$
N° 200	34.27	6.85	99.00	1.00	ABSORCIÓN	
FONDO	5.00	1.00	100.00	0.00	B =	500.00
SUMA	500.00	100.00			B-A =	13.81
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					Ab =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 2.84 \%$
MF = MODULO DE FINEZA 2.87						

GRAVA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno 769.60
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) 800.00
1"	11	0.28	0.28	99.72	Wc	-Peso del picnómetro con agua 1313.43
3/4"	92	2.30	2.58	97.42	W	-Peso del Pic. + muestra + agua 1781.01
1/2"	613	12.83	15.41	84.59	PESO ESPECÍFICO	
3/8"	1488	37.20	52.61	47.39	Wc+B =	2113
1/4"					Wc+B-W =	332
N° 4	1396	34.89	87.50	12.50	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = 2.41 \text{ gr/cm}^3$
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 =	30.40
					Ab =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 3.85 \%$

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "INCA GARCÉS VILASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103267

B. N° 006-00308087



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



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO
SOLICITANTE : Bach. GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA
MUESTRA : GRAVA - ARENA
FECHA : 10 DE JULIO DEL 2024

MUESTRA : ARENA

N° DE TARRO	A
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	428.10
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	405.88
PESO DEL TARRO (gr.)	38.25
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	389.85
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	367.63
PESO DEL AGUA (gr.)	22.22
% HUMEDAD	6.04

MUESTRA : GRAVA

N° DE TARRO	B
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	458.10
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	451.60
PESO DEL TARRO (gr.)	53.50
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	404.60
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	398.10
PESO DEL AGUA (gr.)	6.50
% HUMEDAD	1.63

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PUNAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
M.S.C. JEFATURA
Dr. Arnoldo Yana Torres
C.P. 103257

B. N° 006-00308087



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



PESOS UNITARIOS

NTF 400.017 - ASTM C-29 AASHTO T-19

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON

MATERIALES DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LADRILLLOS, PUNO

SOLICITANTE: Bach. GECRGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA

MUESTRA: ARENA

FECHA: 10 DE JULIO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5977 gr	5977 gr	5977 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	9165.00 gr	9141.00 gr	9157.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3188.00 gr	3164.00 gr	3180.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.518 gr/cm ³	1.507 gr/cm ³	1.515 gr/cm ³
PROMEDIO		1.513 gr/cm ³	

DENSIDAD MÁXIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5977 gr	5977 gr	5977 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2099 cm ³	2099 cm ³	2099 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9385.00 gr	9379.00 gr	9394.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3408.00 gr	3402.00 gr	3417.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.623 gr/cm ³	1.622 gr/cm ³	1.628 gr/cm ³
PROMEDIO		1.624 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



INGENIERIA NACIONAL "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
Dr. Arnoldo Yana Torres
CIP: 103257

B. N° 006-00308087



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
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: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO

SOLICITANTE: Bach. GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA

MUESTRA: GRAVA

FECHA: 10 DE JULIO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7967 gr	7967 gr	7967 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	12420.00 gr	12433.00 gr	12427.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4453.00 gr	4466.00 gr	4460.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.370 gr/cm ³	1.374 gr/cm ³	1.373 gr/cm ³
PROMEDIO		1.372 gr/cm ³	

DENSIDAD MÁXIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7967 gr	7967 gr	7967 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3249 cm ³	3249 cm ³	3249 cm ³
N° DE CAPAS	3	3	3
N° DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	12788.00 gr	12775.00 gr	12777.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	4821.00 gr	4808.00 gr	4810.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.484 gr/cm ³	1.480 gr/cm ³	1.480 gr/cm ³
PROMEDIO		1.481 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAR. AGENCIA CIVIL
D. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00308087



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

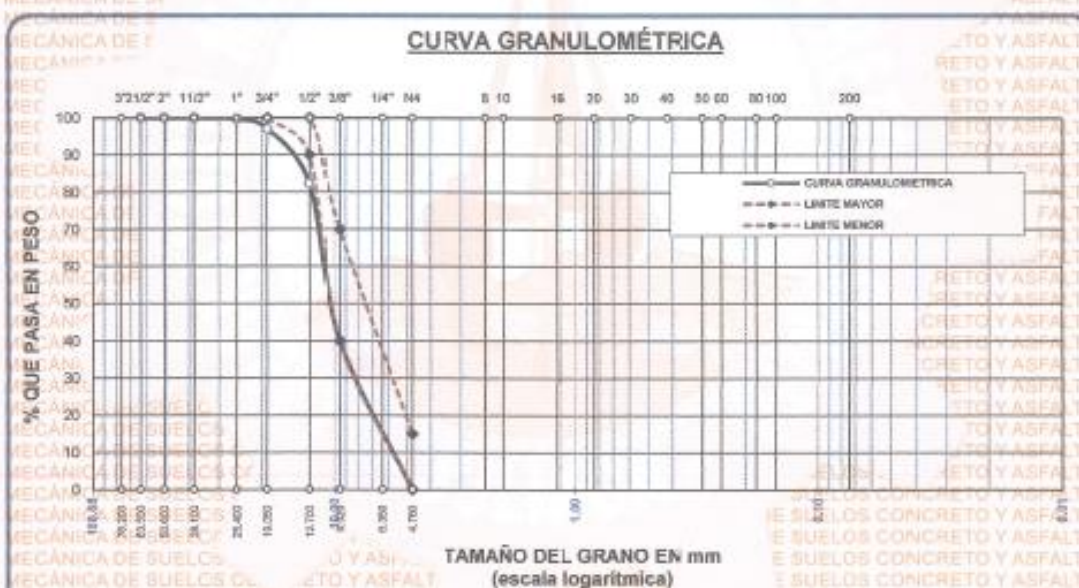


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LACRILLOS, PUNO
SOLICITANTE: Bach. GEORGE ALEGRIA LIPE COMAQUIRA
MUESTRA: GRAVA
FECHA: 10 DE JULIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso Inicial = 3500 gr. 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		OBSERVACIONES: 100 % 90 - 100 % 80 - 70 % 0 - 15 %
1"	25.400	11.05	0.32	0.32	99.68		
3/4"	19.050	92.10	2.63	2.95	97.05		
1/2"	12.700	513.05	14.66	17.61	82.39		
3/8"	9.525	1488.10	42.52	60.13	39.88		
1/4"	6.350						
No.4	4.750	1395.49	39.88	100.00	0.00		
BASE		0.00	0.00	0.0	100.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



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. Arnelio Yana Torres
CIP: 103257

B: N° 006-00308087



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

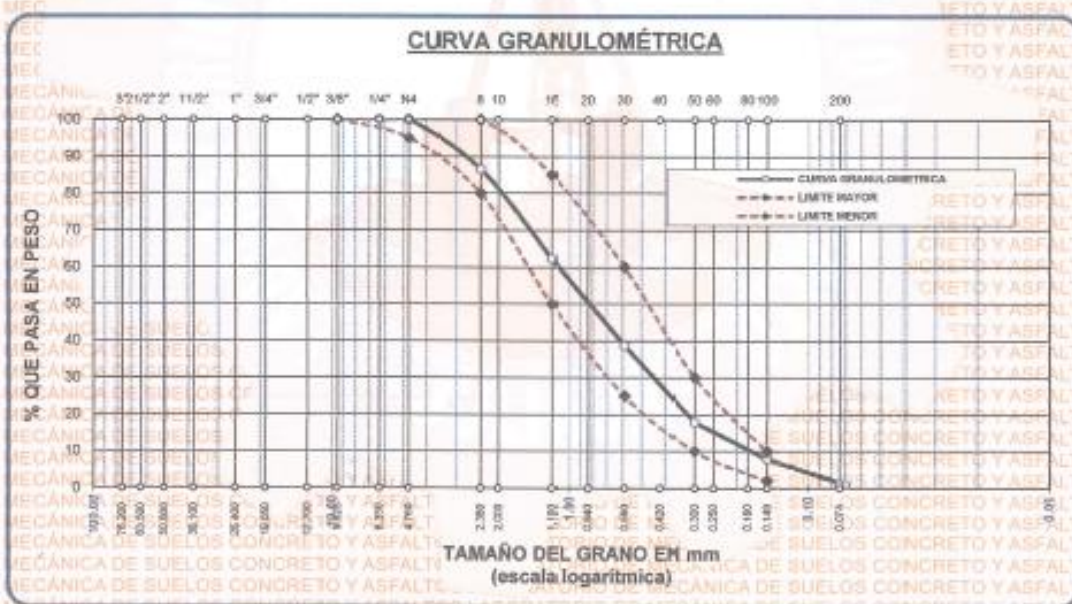


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES DE RECICLAJE DE LANTAS Y LADRILLOS, PUNO
SOLICITANTE: Bach. GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA
MUESTRA: ARENA
FECHA: 10 DE JULIO DEL 2024

TAMICES	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIE.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
ASTM							
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso Inicial = 500 gr.
No 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No 8	2.360	67.05	13.41	13.41	86.59	80 - 100 %	Módulo de Finera = 2.87
No 10	2.000						
No 16	1.190	121.50	24.30	37.71	62.29	50 - 85 %	
No 20	0.840						
No 30	0.590	118.06	23.61	61.32	38.68	25 - 60 %	
No 40	0.420						OBSERVACIONES:
No 50	0.300	104.17	20.82	82.14	17.86	10 - 30 %	
No 60	0.250						
No 80	0.180						
No 100	0.149	50.02	10.00	92.15	7.85	2-10%	
No 200	0.075	34.25	6.85	99.00	1.00		
BASE		5.00	1.00	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		1.00					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

INVESTIGADOR RESPONSABLE
FICP - CAPACITACIÓN CIVIL
Laboratorio M.S.C.A.
Dr. Arnaldo Yana Torres
C.I.F. 103257

B. N° 006-00308087



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



DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 175 \text{ Kg./cm.}^2$

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO

SOLICITANTE: Bach. GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA

CANTERA: CUTIMBO

UBICACIÓN: DISTRITO DE PUNO

FECHA: 10 DE JULIO DEL 2024

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74

ACI 211.8.1

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 175 \text{ Kg./cm.}^2$ a los 28 días, entonces la resistencia promedio $F'cr = 259 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de $3" \text{ a } 4" (76.2 \text{ mm. A } 101.6 \text{ mm.})$

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: $3/4" (19.05 \text{ mm})$

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	2.41	2.52
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1481	1624
P.U. Suelto	1372	1513
% de Absorción	3.95	2.64
% de Humedad Natural	1.63	6.04
Modulo de Finezza	-	2.67

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- El asentamiento dado es de $3" \text{ a } 4" (76.2 \text{ mm. A } 101.6 \text{ mm.})$.
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal $3/4" (19.05 \text{ mm})$
- Fuente 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: 268 Lt/m^3
- Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.0%
- Como se prevé que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces la relación agua/cemento (a/c) será de: 0.61
- De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de: $(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.61) = 338 \text{ Kg/m}^3$



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FCP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
De. Arnoldo Jara Torres
CIP 103257

B. N° 006-00308087



7. De acuerdo al módulo de finza del agregado fino = 2.87 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1481 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.613 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.6133) \cdot (1481) = 908 \text{ Kg/m}^3$$

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:

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (338) / (2.85 \cdot 1000) = 0.117 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (908) / (2.41 \cdot 1000) = 0.377 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.720 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de:} = (1.000 - 0.720) = 0.280 \text{ m}^3$$

$$(0.280) \cdot (2.52) \cdot 1000 = 706 \text{ Kg/m}^3$$

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:

$$\text{Agregado grueso húmedo } (908) \cdot (1.016328) = 923 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado Fino húmedo } (706) \cdot (1.0504) = 746 \text{ Kg.}$$

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:

$$205 - 908 \cdot \left(\frac{1.63 - 3.95}{100} \right) - 706 \cdot \left(\frac{6.04 - 2.84}{100} \right) = 203$$

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	338	1.00	338	1.00
Agua	205	0.607	203	0.60
Agreg. Grueso	908	2.69	923	2.73
Agreg. Fino	706	2.09	748	2.22
Aire	2.0 %		2.0 %	

7.95 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	94.19 Kg.
Agregado grueso húmedo	116.18 Kg.
Agua efectiva	25.60 Kg.



Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103267

B. N° 006-00308087



DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:

Redondeo

2.20 p3 de Arena

2.2 p3 de Arena

2.99 p3 de Grava

3.0 p3 de Grava

26 Lt de Agua

26 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAUCA
FICP - CAPACITACIÓN CIVIL

Dr. Arnelinda Yana Torres
CIP 133257

B. N° 006-00308087



UNIVERSIDAD ANDINA "MIGUEL ALEMÁN CACERES VELASCO"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO
SOLICITANTE: Bach. GEORGE ALEGRIA UPE COAQUIPA
MUESTRA: PATRÓN
LUGAR: DISTRITO DE PUNO
FECHA: 07 DE AGOSTO DEL 2024

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm M-1	21180.00	14.98	176.24	120.18	175	10/07/2024	17/07/2024	7	68.67%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-2	21160.00	15.02	177.19	119.42	175	10/07/2024	17/07/2024	7	68.24%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-3	22010.00	15.03	177.42	124.06	175	10/07/2024	17/07/2024	7	70.89%
			PROMEDIO kg/cm2		121.22		PROMEDIO			69.27%

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	27150.00	15.02	177.19	153.23	175	10/07/2024	24/07/2024	14	87.56%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	26010.00	15.03	177.42	157.87	175	10/07/2024	24/07/2024	14	90.21%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	26550.00	15.05	177.89	160.49	175	10/07/2024	24/07/2024	14	91.71%
	M-3									
			PROMEDIO kg/cm2		157.20		PROMEDIO			89.83%

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm M-1	33150.00	15.06	178.13	186.10	175	10/07/2024	7/08/2024	28	106.34%	
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-2	32700.00	15.02	177.19	184.55	175	10/07/2024	7/08/2024	28	105.46%	
3	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-3	32610.00	15.04	177.66	183.55	175	10/07/2024	7/08/2024	28	104.89%	
PROMEDIO kg/cm2					184.73	PROMEDIO					105.56%

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "MIGUEL ALEMÁN CACERES VELASCO"
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00308087



UNIVERSIDAD ANDINA "MESTRADOR VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PUNO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO

SOLICITANTE : Bach. GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA

MUESTRA : CON 5% DE RECICLAJE DE LLANTAS

LUGAR : DISTRITO DE PUNO

FECHA : 07 DE AGOSTO DEL 2024

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

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	f'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-1	22440.00	15.04	177.66	126.31	175	10/07/2024	17/07/2024	7	72.18%
2	PROBETA DE PRUEBA 14.97 x 30.0 cm M-2	22270.00	14.97	176.01	126.53	175	10/07/2024	17/07/2024	7	72.30%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-3	23000.00	15.02	177.19	129.80	175	10/07/2024	17/07/2024	7	74.17%
PROMEDIO kg/cm ²					127.55		PROMEDIO		72.88%	

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

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	f'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-1	28110.00	15.05	177.89	158.02	175	10/07/2024	24/07/2024	14	90.30%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-2	27880.00	15.01	176.95	157.56	175	10/07/2024	24/07/2024	14	90.03%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-3	28850.00	15.03	177.42	162.61	175	10/07/2024	24/07/2024	14	92.92%
PROMEDIO kg/cm ²					159.40		PROMEDIO		91.08%	

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

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	f'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-1	34020.00	15.04	177.66	191.49	175	10/07/2024	7/08/2024	28	109.42%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-2	33180.00	15.01	176.95	187.51	175	10/07/2024	7/08/2024	28	107.15%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-3	33200.00	15.05	177.89	186.63	175	10/07/2024	7/08/2024	28	106.65%
PROMEDIO kg/cm ²					188.54		PROMEDIO		107.74%	

OBSERVACIONES:

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



INTRODUCCIÓN DE LA MUESTRA
FCP - C.A. INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yano Torres
CIP 103267

B. N° 006-00308087



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELAZQUEZ"
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 : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES

DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO

SOLICITANTE : Bach. GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA

MUESTRA : CON 10% DE RECICLAJE DE LLANTAS

LUGAR : DISTRITO DE PUNO

FECHA : 07 DE AGOSTO DEL 2024

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

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	FC Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm M-1	22030.00	14.98	176.24	125.00	175	10/07/2024	17/07/2024	7	71.43%
2	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm M-2	21950.00	14.96	175.77	124.88	175	10/07/2024	17/07/2024	7	71.36%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-3	21700.00	15.01	176.95	122.63	175	10/07/2024	17/07/2024	7	70.08%
PROMEDIO kg/cm ²					124.17		PROMEDIO		70.95%	

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

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	FC Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-1	27430.00	15.05	177.89	154.20	175	10/07/2024	24/07/2024	14	88.11%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-2	26800.00	15.01	176.95	151.46	175	10/07/2024	24/07/2024	14	86.55%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-3	27350.00	15.03	177.42	154.15	175	10/07/2024	24/07/2024	14	88.09%
PROMEDIO kg/cm ²					153.27		PROMEDIO		87.58%	

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

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	FC Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-1	31860.00	15.05	177.89	179.10	175	10/07/2024	7/08/2024	28	102.34%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-2	32010.00	15.02	177.19	180.65	175	10/07/2024	7/08/2024	28	103.29%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-3	31190.00	15.02	177.19	176.03	175	10/07/2024	7/08/2024	28	100.59%
PROMEDIO kg/cm ²					178.59		PROMEDIO		102.05%	

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELAZQUEZ"
FCP - CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103267

B. N° 006-00308087



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO

SOLICITANTE: Bach. GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA

MUESTRA: CON 20% DE RECICLAJE DE LLANTAS

LUGAR: DISTRITO DE PUNO

FECHA: 07 DE AGOSTO DEL 2024

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON 20% DE RECICLAJE DE LLANTAS

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	FC Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-1	20440.00	15.02	177.19	115.36	175	10/07/2024	17/07/2024	7	65.92%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-2	19270.00	15.04	177.66	108.47	175	10/07/2024	17/07/2024	7	61.98%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm M-3	19820.00	15.00	176.71	112.16	175	10/07/2024	17/07/2024	7	64.09%
PROMEDIO kg/cm ²					111.99		PROMEDIO			64.00%

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON 20% DE RECICLAJE DE LLANTAS

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	FC Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm M-1	25320.00	14.98	176.24	143.67	175	10/07/2024	24/07/2024	14	82.30%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-2	24950.00	15.03	177.42	140.63	175	10/07/2024	24/07/2024	14	80.38%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-3	25000.00	15.04	177.66	140.72	175	10/07/2024	24/07/2024	14	80.41%
PROMEDIO kg/cm ²					141.67		PROMEDIO			80.95%

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON 20% DE RECICLAJE DE LLANTAS

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	FC Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-1	29560.00	15.02	177.19	166.83	175	10/07/2024	7/08/2024	28	95.33%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-2	30330.00	15.05	177.89	170.50	175	10/07/2024	7/08/2024	28	97.43%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-3	28990.00	15.01	176.95	163.83	175	10/07/2024	7/08/2024	28	93.62%
PROMEDIO kg/cm ²					167.05		PROMEDIO			95.40%

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELÁSQUEZ"
RCP - CIVIL INGENIERÍA

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 008-00308087



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
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 : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES

DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO

SOLICITANTE : Bach. GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIFA

MUESTRA : CON 5% DE RECICLAJE DE LADRILLO

LUGAR : DISTRITO DE PUNO

FECHA : 07 DE AGOSTO DEL 2024

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON 5% DE RECICLAJE DE LADRILLO

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	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-1	21650.00	15.02	177.19	122.19	175	10/07/2024	17/07/2024	7	69.32%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-2	22880.00	15.05	177.89	128.62	175	10/07/2024	17/07/2024	7	73.50%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm M-3	21770.00	15.06	178.13	122.21	175	10/07/2024	17/07/2024	7	68.84%
PROMEDIO kg/cm ²					124.34		PROMEDIO			71.05%

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON 5% DE RECICLAJE DE LADRILLO

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	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-1	27800.00	15.02	177.19	156.89	175	10/07/2024	24/07/2024	14	89.65%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-2	28060.00	15.03	177.42	158.16	175	10/07/2024	24/07/2024	14	90.37%
3	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm M-3	28100.00	14.98	176.24	159.44	175	10/07/2024	24/07/2024	14	91.12%
PROMEDIO kg/cm ²					158.16		PROMEDIO			90.38%

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON 5% DE RECICLAJE DE LADRILLO

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	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-1	32870.00	15.01	176.95	185.76	175	10/07/2024	7/08/2024	28	106.15%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-2	32270.00	15.05	177.89	181.40	175	10/07/2024	7/08/2024	28	103.66%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-3	32680.00	15.03	177.42	184.20	175	10/07/2024	7/08/2024	28	105.25%
PROMEDIO kg/cm ²					183.79		PROMEDIO			105.02%

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CIVIL INGENIERIA CIVIL
Dr. Arpañito Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00308087



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES

DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO

SOLICITANTE: Bach. GEORGE ALEGRIA LIPE COAQUIRA

MUESTRA: CON 10% DE RECICLAJE DE LADRILLO

LUGAR: DISTRITO DE PUNO

FECHA: 07 DE AGOSTO DEL 2024

EDAD: 7 DÍAS - MUESTRA CON 10% DE RECICLAJE DE LADRILLO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	FC Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 300.0 cm M-1	20860.00	15.05	177.89	114.45	175	10/07/2024	17/07/2024	7	65.00%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 300.0 cm M-2	20740.00	15.03	177.42	116.90	175	10/07/2024	17/07/2024	7	66.80%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 300.0 cm M-3	21010.00	15.06	178.13	117.95	175	10/07/2024	17/07/2024	7	67.80%
PROMEDIO kg/cm ²					116.43		PROMEDIO			66.53%

EDAD: 14 DÍAS - MUESTRA CON 10% DE RECICLAJE DE LADRILLO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	FC Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 300.0 cm M-1	26330.00	15.02	177.19	148.60	175	10/07/2024	24/07/2024	14	84.91%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 300.0 cm M-2	27100.00	15.04	177.66	152.54	175	10/07/2024	24/07/2024	14	87.16%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 300.0 cm M-3	26500.00	15.03	177.42	149.36	175	10/07/2024	24/07/2024	14	85.35%
PROMEDIO kg/cm ²					150.17		PROMEDIO			85.81%

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

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	FC Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 300.0 cm M-1	31180.00	15.01	176.95	176.21	175	10/07/2024	7/08/2024	28	100.69%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 300.0 cm M-2	31710.00	15.04	177.66	178.49	175	10/07/2024	7/08/2024	28	101.99%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 300.0 cm M-3	30900.00	15.02	177.19	174.39	175	10/07/2024	7/08/2024	28	99.65%
PROMEDIO kg/cm ²					176.36		PROMEDIO			100.78%

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "MESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PLURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00308087



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÚBICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ELABORADOS CON MATERIALES DE RECICLAJE DE LLANTAS Y LADRILLOS, PUNO

SOLICITANTE : Bach. GEORGE ALEGRIA UPE COAQUIRA

MUESTRA : CON 20% DE RECICLAJE DE LADRILLO

LUGAR : DISTRITO DE PUNO

FECHA : 07 DE AGOSTO DEL 2024

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON 20% DE RECICLAJE DE LADRILLO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	f'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DÍAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-1	19180.00	15.04	177.66	107.96	175	10/07/2024	17/07/2024	7	61.69%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-2	18960.00	15.01	176.95	107.15	175	10/07/2024	17/07/2024	7	61.23%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-3	19700.00	15.05	177.89	110.74	175	10/07/2024	17/07/2024	7	63.28%
			PROMEDIO kg/cm2		108.62		PROMEDIO			62.07%

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON 20% DE RECICLAJE DE LADRILLO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	f'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-1	24710.00	15.03	177.42	139.27	175	10/07/2024	24/07/2024	14	79.59%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-2	25960.00	15.05	177.89	134.69	175	10/07/2024	24/07/2024	14	76.97%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-3	24440.00	15.01	176.95	138.12	175	10/07/2024	24/07/2024	14	78.92%
PROMEDIO kg/cm2				137.36			PROMEDIO			78.49%

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON 20% DE RECICLAJE DE LADRILLO

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON 20% DE RECICLAGE DE LADRILLO										
Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	f'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-1	26640.00	15.04	177.66	161.21	175	10/07/2024	7/08/2024	28	92.12%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm M-2	25110.00	15.06	178.13	163.42	175	10/07/2024	7/08/2024	28	93.38%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-3	26780.00	15.02	177.19	162.42	175	10/07/2024	7/08/2024	28	92.81%
			PROMEDIO kg/cm2		162.35			PROMEDIO		92.77%

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CM INGENIERÍA CIVIL

[Firma]

Dr. Arnoldo Yana Torres
CIP 103267

B. N° 006-00308087



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital ☒ 7

Fecha de entrega: 01-12-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: GEORGE ALEGRIA LIPE CONQUIRA

Dirección: AV. SESQUICENTENARIO # 1971

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 46465419

Teléfono: 989959457 email: Yorks.Lipe@gmail.com

Nombres y Apellidos:

Dirección:

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:

Teléfono: email:

Facultad y/o Escuela de Posgrado: DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERIA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: MILTON QUISPE HUANGA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

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

Título: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO
ELABORADOS CON MATERIALES DE RECICLAJE DE PLANTAS Y LADRILLOS
PUÑO

Palabras claves, (3 a 5 términos): RESISTENCIA, COMPRESIÓN, RECICLAJE

¿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 MATERIALES - 17

Firma de Autor



huella digital

13 - OCTUBRE - 2025

Fecha