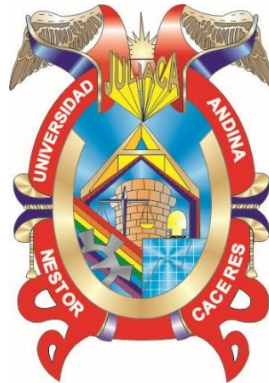




**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING  
KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO  
EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
**INGENIERO CIVIL**

JULIACA – PERÚ

2025



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING  
KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO  
EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA**


**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR:**

**PRESIDENTE**

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

**PRIMER MIEMBRO**

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

**SEGUNDO MIEMBRO**

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. EFRAÍN FARILLO SOSA

**ASESOR DE TESIS**

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. ARNALDO YANA TORRES

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P.17**



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 038-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 09 de enero del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2024- 244 presentado por el (la) Bachiller: **HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA** 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. **HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

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

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

**RESUELVE:**

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

- \* **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- \* **1er Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- \* **2do Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

**ARTICULO SEGUNDO.** - **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

**ARTICULO TERCERO.** - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : Viernes 10 de enero del 2025
- \* **HORA** : 11:30 horas
- \* **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Efraín Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1501-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 15 de noviembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU - 16045 por el señor (a): **HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 1318 - 2024-UI-FICP-UANCV/I**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 265- 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) **Titulado: ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, 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° 265- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) **titulado: ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito 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): **HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

**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 PURAS  
.....  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790

  
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
.....  
Dr. Efraín Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:  
At: 1199  
intercedido (a)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 415-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 10 de junio del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU- 5048, presentado el o (la) Bachiller **HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 332 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 136-2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el o (la) Bachiller: **HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, 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. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 136-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**.

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 merito 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: **HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**.

**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 PURAS  
.....  
**Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
.....  
**Dr. Efraín Purillo Sosa**  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:  
Archivo 2024  
Intermedios (4)



# 16% Similitud general

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

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

## Fuentes principales

- 12% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 14% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

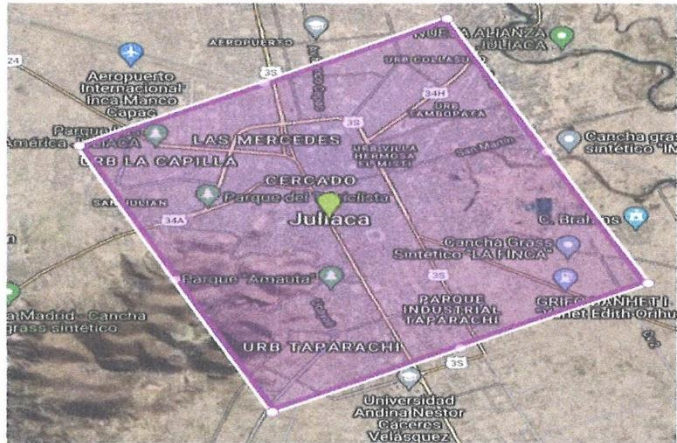
Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



## Metadatos Complementarios UANCV



<b>Título de la tesis</b>	
ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70875477
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0001-9787-2053">https://orcid.org/0009-0001-9787-2053</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-6740-5024">https://orcid.org/0000-0002-6740-5024</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	02416058
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú          Departamento: Puno          Provincia: San Román          Distrito: Juliaca</p> <p>- Latitud: S 15° 29' 27''          - Longitud: O 70° 07' 37''</p>  <p><a href="https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1fdCbfSuEmt7CheFr3Ng9c8qxhsQXP0&amp;usp=sharing">https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1fdCbfSuEmt7CheFr3Ng9c8qxhsQXP0&amp;usp=sharing</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2024 – Noviembre 2024
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería	<p>Ingeniería Civil  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a></p> <p>Ingeniería de la construcción  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a></p>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
 VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PUNO

  
 Dr. Efraín Parillo Zosa  
 DIRECTOR  
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo Heymar Lenin Ventura Maquera, identificado con DNI Nro. 70875477, en mi condición de egresado de:

- [X] Escuela Profesional
[ ] Programa de Segunda Especialidad,
[ ] Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Civil

informo que he elaborado el/la [X] Tesis o [ ] Trabajo de Investigación, [ ] Trabajo Académico denominada:

Análisis de la resistencia a la compresión del concreto con la adición de ladrillo King Kong triturado como agregado grueso en la provincia de San Roman

Asesorado por: Dr. Arnaldo Yana Torres

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 26 de septiembre del 2025

[Handwritten signature of advisor]

Firma del Asesor (obligatoria)

[Handwritten signature of student]

Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

A mis queridos padres Lisandro y Teodora por su apoyo incondicional a lo largo de la vida, inculcándome siempre valores que permitieron forjarme como persona.

A mi hermana Jhudy por sus consejos y aliento para seguir adelante durante mi formación profesional.

A mis Abuelos que ahora ya descansan por haberme orientado para poder estudiar una carrera profesional.

A mis tíos, Ernesto, Mariano, Francisca y Yeni por sus buenos consejos durante las diferentes etapas de mi vida.



## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por haberme dado la vida, salud y conocimientos para poder concluir mis estudios universitarios.

A mis padres Teodora y Lisandro así mismo también a mi hermana Jhudy quienes a lo largo de mi vida estuvieron presentes con su apoyo incondicional.

A mis tíos Mariano y Ernesto por haberme orientado durante las diferentes etapas de mis estudios.

Agradezco también a mi asesor, y a los diferentes docentes de la Universidad que compartiendo sus conocimientos en las aulas permitieron que mis compañeros y yo podamos forjarnos durante nuestra formación profesional.



## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCION.....	xii

### CAPITULO I

#### EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Realidad problemática.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.2.1 Pregunta general.....	2
1.2.2 Preguntas específicas.....	3
1.3 Justificación de la investigación.....	3
1.3.1 Justificación practica.....	4
1.3.2 Justificación técnica.....	4
1.3.3 Justificación social.....	4
1.3.4 Justificación ambiental.....	4
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5



- 1.5 Hipótesis..... 5
  - 1.5.1 Hipótesis general ..... 5
  - 1.5.2 Hipótesis específicas..... 5
- 1.6 Variables e indicadores ..... 6
- 1.7 Operación de variables ..... 6

**CAPITULO II**

**MARCO TEORICO REFERENCIAL**

- 2.1 Antecedentes de la investigación ..... 7
  - 2.1.1 Antecedentes internacionales ..... 7
  - 2.1.2 Antecedentes nacionales ..... 10
  - 2.1.3 Antecedentes locales..... 12
- 2.2 Marco teórico ..... 13
  - 2.2.1 Concreto..... 13
  - 2.2.2 Componentes del concreto..... 14
  - 2.2.3 El uso de ladrillo reciclado en el hormigón y cómo cambia las características de las mezclas ..... 26
  - 2.2.4 Diseño de mezcla – Método ACI ..... 32
  - 2.2.5 Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido ..... 35
- 2.3 Marco conceptual ..... 38

**CAPITULO III**

**METODOLÓGIA DE LA INVESTIGACIÓN**

- 3.1 Diseño de la investigación ..... 41
- 3.2 Metodología de la investigación ..... 41
- 3.3 Tipo de investigación ..... 41



3.4	Población y muestra .....	42
3.4.1	Población .....	42
3.4.2	Muestra .....	42
3.5	Técnicas e instrumentos .....	42
3.5.1	Ensayos en laboratorio.....	43
3.5.2	Observación directa .....	48
3.5.3	Análisis de documentos .....	48
3.5.4	Instrumentos de recolección de datos .....	49
3.6	Consideraciones Éticas .....	49

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y ANALISIS

4.1	Resultados .....	50
4.1.1	Diseño de mezcla $F'c: 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	59
4.1.2	Trabajabilidad del concreto .....	61
4.1.3	Análisis de la resistencia a la compresión .....	62
4.1.4	Estudio de los datos de resistencia media a la compresión .....	74
4.2	Discusión.....	75
	CONCLUSIONES.....	78
	RECOMENDACIONES .....	80
	BIBLIOGRAFIA .....	81
	ANEXOS .....	84



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Operación de variables .....	6
<b>Tabla 2</b> Principales compuestos del cemento .....	16
<b>Tabla 3</b> Agua de lluvia y agua potable para concreto.....	18
<b>Tabla 4</b> Requisito granulométrico del agregado fino .....	21
<b>Tabla 5</b> Requisito granulométrico del agregado grueso .....	22
<b>Tabla 6</b> Clases de asentamiento.....	36
<b>Tabla 7</b> Cantidad de muestras.....	42
<b>Tabla 8</b> Gradación del agregado fino .....	51
<b>Tabla 9</b> Granulometría del agregado grueso.....	52
<b>Tabla 10</b> Granulometría del ladrillo triturado como agregado grueso .....	53
<b>Tabla 11</b> Resumen de datos sobre los niveles de humedad.....	54
<b>Tabla 12</b> Valores promedios del peso unitario suelto.....	55
<b>Tabla 13</b> Valores medios del peso unitario compactado .....	56
<b>Tabla 14</b> Valores típicos de la gravedad específica.....	57
<b>Tabla 15</b> Resumen de datos sobre los niveles de absorción .....	58
<b>Tabla 16</b> Cantidad de materiales por m3 corregidos .....	59
<b>Tabla 17</b> Masa en metros cúbicos según el diseño de la mezcla ACI.....	60
<b>Tabla 18</b> Asentamiento del concreto .....	61
<b>Tabla 19</b> Rotura del concreto patrón a 7 días .....	62



<b>Tabla 20</b> Rotura del concreto patrón a 14 días .....	63
<b>Tabla 21</b> Rotura del concreto patrón a 28 días .....	64
<b>Tabla 22</b> Rotura del concreto 10% de ladrillo triturado a 7 días .....	65
<b>Tabla 23</b> Rotura del concreto 10% de ladrillo triturado a 14 días .....	66
<b>Tabla 24</b> Rotura del concreto 10% de ladrillo triturado a 28 días .....	67
<b>Tabla 25</b> Rotura del concreto 20% de ladrillo triturado a 7 días .....	68
<b>Tabla 26</b> Rotura del concreto 20% de ladrillo triturado a 14 días .....	69
<b>Tabla 27</b> Rotura del concreto 20% de ladrillo triturado a 28 días .....	70
<b>Tabla 28</b> Rotura del concreto 30% de ladrillo triturado a 7 días .....	71
<b>Tabla 29</b> Rotura del concreto 30% de ladrillo triturado a 14 días .....	72
<b>Tabla 30</b> Rotura del concreto 30% de ladrillo triturado a 28 días .....	73
<b>Tabla 31</b> Resumen promedio de rotura.....	74



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Componentes del concreto .....	15
<b>Figura 2</b> Una ilustración de cómo el agua afecta al asentamiento .....	19
<b>Figura 3</b> Agregados para el concreto.....	20
<b>Figura 4</b> Clasificación de Aditivos .....	26
<b>Figura 5</b> Residuos en la construcción.....	27
<b>Figura 6</b> Ladrillo triturado .....	27
<b>Figura 7</b> Materiales para el diseño de mezclas .....	33
<b>Figura 8</b> Esquema de los tipos de fractura .....	38
<b>Figura 9</b> Ladrillo triturado manualmente .....	43
<b>Figura 10</b> Curva de gradación del A.F. ....	51
<b>Figura 11</b> Curva granulométrica del A.G. ....	53
<b>Figura 12</b> Curva granulométrica del ladrillo triturado .....	54
<b>Figura 13</b> Comparativa de contenido de humedad .....	55
<b>Figura 14</b> Diagrama del peso unitario suelto.....	56
<b>Figura 15</b> Diagrama del peso unitario compactado.....	57
<b>Figura 16</b> Diagrama del peso específico .....	58
<b>Figura 17</b> Grafica de niveles de absorción .....	59
<b>Figura 18</b> Proporciones corregidas por m3 .....	60
<b>Figura 19</b> Verificación del asentamiento.....	61



<b>Figura 20</b>	Diagrama de rotura a 7 días .....	63
<b>Figura 21</b>	Diagrama de rotura a 14 días .....	64
<b>Figura 22</b>	Diagrama de rotura a 28 días .....	65
<b>Figura 23</b>	Diagrama de rotura del concreto 10% de ladrillo triturado a 7 días .....	66
<b>Figura 24</b>	Diagrama de rotura del concreto 10% de ladrillo triturado a 14 días .....	67
<b>Figura 25</b>	Diagrama de rotura del concreto 10% de ladrillo triturado a 28 días .....	68
<b>Figura 26</b>	Diagrama de rotura del concreto 20% de ladrillo triturado a 7 días .....	69
<b>Figura 27</b>	Diagrama de rotura del concreto 20% de ladrillo triturado a 14 días .....	70
<b>Figura 28</b>	Diagrama de rotura del concreto 20% de ladrillo triturado a 28 días .....	71
<b>Figura 29</b>	Diagrama de rotura del concreto 30% de ladrillo triturado a 7 días .....	72
<b>Figura 30</b>	Diagrama de rotura del concreto 30% de ladrillo triturado a 14 días .....	73
<b>Figura 31</b>	Diagrama de rotura del concreto 30% de ladrillo triturado a 28 días .....	74
<b>Figura 32</b>	Las cifras promedio de la resistencia media a la compresión .....	75



## RESUMEN

El objetivo principal de este estudio es determinar el análisis de la resistencia a la compresión del concreto con la adición de ladrillo King kong triturado como agregado grueso en la provincia de San Román, en porcentajes del 10 %, 20 % y 30 % con el fin de determinar la resistencia a la compresión del hormigón.

Es posible extraer material fragmentado como agregado reciclado de los escombros de ladrillos, lo que lo convierte en un material de construcción deseable para el reciclaje en comparación con otras formas de residuos inertes. Este material se utiliza ampliamente en el sector de la construcción.

Con una resistencia de diseño de  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , esta investigación experimental busca examinar los efectos del uso de ladrillos sobrecocidos como sustituto parcial del agregado grueso en las propiedades de trabajabilidad y resistencia a la compresión del hormigón. Se sometieron a pruebas comparativas el hormigón estándar y el hormigón con ladrillos triturados reciclados añadidos como sustituto parcial del agregado grueso en porcentajes del 10 %, 20 % y 30 %.

A los 7, 14 y 28 días, la resistencia media a la compresión del hormigón era de 210  $\text{kg/cm}^2$ . El experimento de laboratorio demostró que, en comparación con el hormigón normal, el hormigón fabricado con ladrillos triturados reciclados podía producirse en porcentajes mayores.

**Palabras clave:** concreto, Agregados, ladrillo triturado, resistencia a compresión.



## ABSTRACT

The main objective of this study is to determine the compressive strength of concrete with the addition of crushed King Kong brick as coarse aggregate in the province of San Roman, in percentages of 10%, 20%, and 30%, in order to determine the compressive strength of the concrete.

It is possible to extract fragmented material as recycled aggregate from brick rubble, making it a desirable construction material for recycling compared to other forms of inert waste. This material is widely used in the construction sector.

With a design strength of  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, this experimental research seeks to examine the effects of using overcooked bricks as a partial substitute for coarse aggregate on the workability and compressive strength properties of concrete. Standard concrete and concrete with recycled crushed bricks added as a partial substitute for coarse aggregate in percentages of 10%, 20%, and 30% were subjected to comparative tests.

At 7, 14, and 28 days, the average compressive strength of the concrete was 210 kg/cm<sup>2</sup>. The laboratory experiment demonstrated that, compared to normal concrete, concrete made with recycled crushed bricks could be produced in higher percentages.

Keywords: concrete, aggregates, crushed brick, compressive strength.



## INTRODUCCION

El hormigón con fórmulas no tradicionales ha sido objeto de investigaciones de vanguardia en los últimos años, con el objetivo de alcanzar y, en muchos casos, superar la resistencia a la compresión necesaria. La sustitución de algunos de los ingredientes que se utilizan habitualmente para fabricar hormigón es la base de la mayor parte de estos esfuerzos. Uno de los más destacados es el uso de ladrillo triturado en lugar de parte del material grueso, lo que ha ayudado a varios estudios a alcanzar o superar la resistencia a la compresión necesaria.

Si estás haciendo hormigón, las investigaciones indican que los ladrillos triturados no deben constituir más del 30 % del agregado grueso. Pérez (2012) afirma que los ladrillos triturados pueden utilizarse como agregado grueso en el hormigón sin comprometer su viabilidad, siempre y cuando no constituyan más del 30 % del agregado grueso natural. Se prepararon mezclas de hormigón de prueba con diferentes cantidades de ladrillo triturado para comparar la resistencia a la compresión, tal y como indican autores anteriores. Se utilizaron tres porcentajes diferentes: 10 %, 20 % y 30 %. Los resultados muestran que es posible fabricar hormigón a partir de ladrillo triturado King Kong, ya que tiene las mismas cualidades que el hormigón normal.

Según otras investigaciones sobre el mismo tema, el uso de ladrillos triturados en lugar de parte del agregado grueso de piedra en las mezclas de hormigón aumenta realmente la resistencia a la compresión del material. Apebo et al. (2014) señalan que los ladrillos triturados sobrecalentados, cuando se calientan adecuadamente, pueden utilizarse para fabricar hormigón con mayor resistencia a la compresión y menor peso.



Según las investigaciones realizadas sobre el tema, desde el punto de vista técnico y financiero es fundamental producir hormigón con la resistencia a la compresión necesaria e incluso aumentar dicha resistencia. Esto se debe a que los ladrillos de arcilla son fáciles de obtener, asequibles y se utilizan con frecuencia en la construcción. La resistencia a la compresión de la construcción final puede aumentarse incluso con un diseño meticuloso y las proporciones adecuadas de los componentes; por ejemplo, sustituyendo los ladrillos triturados por materiales menos costosos. Por razones tanto técnicas como financieras, esto lo convierte en un buen sustituto de los procesos tradicionales de fabricación de hormigón.

Por lo tanto, es necesario realizar estudios que examinen el potencial de mejora de la resistencia a la compresión de los ladrillos triturados en el diseño de la mezcla de hormigón, decidimos utilizar sus ladrillos artesanales King kong para nuestro estudio. Basándonos en los antecedentes establecidos, la metodología de este estudio consistió en triturar manual y mecánicamente ladrillos artesanales para sustituir el 10 %, el 20 % y el 30 % del material de piedra gruesa natural en el diseño de la mezcla de hormigón. El objetivo era determinar si se alcanzaba o superaba la resistencia a la compresión deseada.

Los capítulos que describen los diversos aspectos del estudio conforman la investigación en sí.

La tesis se basará en un análisis del tema que se presenta en el capítulo I. El capítulo también incluye los objetivos, las dificultades, la justificación y las teorías que respaldarán la conclusión.

Además de esbozar los fundamentos teóricos que son útiles para comprender el estudio, el capítulo II ofrece una conceptualización de las ideas más importantes presentadas a lo largo del proyecto.



En el capítulo III, podemos ver los recursos necesarios para cada método de recopilación de datos, los procedimientos que se deben seguir para obtener las cifras definitivas y las limitaciones del grupo de investigación y la muestra.

Los resultados analíticos y la comparación de valores con otros autores se presentan en el capítulo IV. Cada área de evaluación o recopilación de datos tiene su propia tabla y gráfico.

La última sección contiene los resultados del estudio, sugerencias para futuras investigaciones, imágenes que respaldan esas afirmaciones y cualquier otro material que se haya considerado necesario.



## CAPITULO I

### EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Realidad problemática

Los ladrillos y el hormigón son materiales de construcción típicos en nuestro país. Esto se debe a que el hormigón es considerado por la población como un material de gran calidad y prestigio, lo que influye en sus gustos a la hora de construir la casa de sus sueños. El hormigón también se asocia con una sensación de seguridad y tranquilidad (Pasquel, 2013).

El «Programa Regional de Aire Limpio y el Ministerio de Producción» elaboraron un estudio sobre los hornos de ladrillos artesanales y concluyeron que 435 empresas en Perú se dedican a esta industria. La mayoría de los 300 fabricantes de ladrillos se encuentran en la provincia de Juliaca, en San Román, aunque también se pueden encontrar en otras localidades de Juliaca, como Salcedo e Ilave. Le sigue el centro de la ciudad de Salcedo, en la provincia de Puno, donde se encuentran cien empresas. Otro 34 % se encuentra en la concesión minera San Pedro 2000, un 24 % en Señor de Kullahua y un 34 % en la concesión minera San Pedro 2000.

Cada empresa de producción de ladrillos emplea una media de ocho personas para realizar diferentes tareas durante el proceso de fabricación. En un mes típico, se



quema un ladrillo de cada nueve millones fabricados. Los encuestados informaron de una compensación media de 400,00 nuevos soles por despido.

Dada la alta demanda del material, este estudio tiene como objetivo evaluar la viabilidad de reutilizar los ladrillos sobrecosidos de las fábricas artesanales como áridos gruesos y determinar si estos ladrillos pueden utilizarse como materia prima en la producción de hormigón. Además, queremos ofrecer a Juliaca una alternativa al uso de recursos no renovables, reforzando la investigación realizada hasta ahora y sugiriendo este material como árido artificial. Se sugiere un método de construcción que sea eficiente y respetuoso con el medio ambiente.

Dos problemas importantes que afectan a la producción de hormigón en Juliaca son:

El debilitamiento del material como resultado de cambios incontrolados en la relación agua/cementos realizados para aumentar la trabajabilidad.

La incapacidad de regular el tiempo de fraguado del hormigón, lo cual es importante para la preparación de las obras de hormigón en la obra.

## **1.2 Planteamiento del problema**

### ***1.2.1 Pregunta general***

¿Cómo será el análisis de la resistencia a la compresión del concreto con la adición de ladrillo King kong triturado como agregado grueso en la provincia de San Román?



## 1.2.2 Preguntas específicas

- ¿Cómo es el diseño de mezclas del concreto con la adición de ladrillo King kong triturado como agregado grueso en la provincia de San Román?
- ¿Cuál es la trabajabilidad del concreto con la adición de ladrillo King kong triturado como agregado grueso en la provincia de San Román?
- ¿Cuál es la resistencia a compresión del concreto con la adición de ladrillo King kong triturado como agregado grueso en la provincia de San Román?

## 1.3 Justificación de la investigación

El ladrillo, a diferencia de otros tipos de residuos inertes, es fácil de reciclar. Los restos de ladrillo pueden descomponerse en un material que se utiliza a menudo como árido reciclado en proyectos de construcción.

Entre los muchos materiales de construcción de Perú, el hormigón ocupa un lugar destacado en popularidad. Por otro lado, el 77 % del hormigón se mezcla in situ, mientras que solo el 23 % es premezclado. El segundo tipo se denomina «hormigón informal», ya que se crea sin supervisión técnica, utilizando materiales de calidad inferior y sin cumplir con la normativa de nuestro país.

Las investigaciones muestran que la calidad reutilizable de los ladrillos reciclados se debe a una combinación de factores, entre los que se incluyen su densidad, porosidad y dureza. Todos los estudios han demostrado que estos ladrillos tienen una gran porosidad, lo que significa que pueden absorber mucha agua. Esto, a su vez, puede cambiar el funcionamiento de la mezcla de mortero, ya que elimina la humedad. Si esto supone un problema, los ladrillos reciclados no pueden utilizarse como áridos gruesos.



### ***1.3.1 Justificación practica***

Un problema que surge a menudo en la construcción es que el hormigón no alcanza la resistencia adecuada. Para solucionarlo, se añade ladrillo triturado hecho a mano a la mezcla para aumentar la resistencia a la compresión. El ladrillo triturado hecho a mano es más barato que el cemento, ya que utiliza ladrillos reciclados, pero añadir cemento adicional lo encarece.

### ***1.3.2 Justificación técnica***

El objetivo general del estudio es encontrar mejores formas de mezclar, mejorar y refinar el hormigón con el fin de aumentar su resistencia a la compresión. En consecuencia, los nuevos enfoques para mejorar el hormigón serán menos difíciles de ejecutar en un futuro lejano. Agradecemos al Laboratorio de Ingeniería Civil de la UANCV, que se ha ofrecido generosamente a realizar el estudio y alcanzar su objetivo principal.

### ***1.3.3 Justificación social***

Un paso esencial para reducir drásticamente los residuos de la fabricación de ladrillos es investigar el uso de ladrillos artesanales en el hormigón.

### ***1.3.4 Justificación ambiental***

Debido al crecimiento de la población humana y a nuestros avances técnicos, somos capaces de aprovechar y utilizar una amplia gama de recursos naturales, tanto renovables como no renovables, para satisfacer nuestras necesidades y deseos materiales e inmateriales.



## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 *Objetivo general*

Determinar el análisis de la resistencia a la compresión del concreto con la adición de ladrillo King kong triturado como agregado grueso en la provincia de San Román.

### 1.4.2 *Objetivos específicos*

- Determinar el diseño de mezclas del concreto con la adición de ladrillo King kong triturado como agregado grueso en la provincia de San Román.
- Analizar la trabajabilidad del concreto con la adición de ladrillo King kong triturado como agregado grueso en la provincia de San Román.
- Analizar la resistencia a compresión del concreto con la adición de ladrillo King kong triturado como agregado grueso en la provincia de San Román.

## 1.5 Hipótesis

### 1.5.1 *Hipótesis general*

El uso de ladrillo triturado King Kong como agregado grueso favorece la resistencia a la compresión del concreto.

### 1.5.2 *Hipótesis específicas*

- El diseño mezclas del concreto con la adición de ladrillo King kong triturado como agregado grueso es positivo.
- La adición de ladrillo King kong triturado favorece en la trabajabilidad del concreto.



- La adición de ladrillo King kong triturado favorece favorece en la resistencia a la compresión del concreto.

## 1.6 Variables e indicadores

✓ **Variable independiente**

Ladrillo King kong triturado

✓ **Variable dependiente**

Resistencia a la compresión

## 1.7 Operación de variables

**Tabla 1**

*Operación de variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR
<b>Variable independiente: Ladrillo King kong triturado</b>	El ladrillo triturado, fabricado a partir de áridos reciclados, tiene varios usos, como relleno para zanjas, refuerzo detrás de muros de contención y debajo de losas de hormigón y carreteras. Fabricado únicamente con áridos limpios y reciclados, el producto es apto para la certificación LEED.	%	Dosificación
<b>Variable dependiente: Resistencia a la compresión</b>	La tensión máxima que un material puede soportar antes de ceder durante el aplastamiento se denomina resistencia a la compresión. La capacidad de carga máxima de un material se determina dividiendo su área transversal por su capacidad máxima de carga.	%	Ensayo a compresión



## CAPITULO II

### MARCO TEORICO REFERENCIAL

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 Antecedentes internacionales

Una investigación realizada en Inglaterra por Alrashidi y Almutairi en 2023 indica que los residuos aumentan eficazmente la resistencia. Para esta prueba, se mezclaron diez mezclas de hormigón diferentes, se moldearon y se dejaron curar durante un mes completo. Según Asim et al. (2023), en la India se utilizan ladrillos triturados y áridos de río como aglutinantes en las mezclas de hormigón. Estos materiales se encuentran dentro del rango permitido de sustitución del 15 % al 45 % en peso en el hormigón. Según la investigación de Azzawi y Khaleel (2023), los áridos gruesos (ladrillos triturados) y los bloques de poliestireno son dos tipos diferentes de reducción. Debido a esto, el enfoque produce una reducción de peso de 49,7 mm y dos secciones de corte efectivas, que mejoran la capacidad de resistencia en un 54,6 % y un 60,4 %, respectivamente, en comparación con la losa ligera. Ambos resultados representan el 11,6 % de la resistencia total, en términos generales.

Pérez A. (2011, Colombia) en el estudio Al fabricar hormigón, se puede utilizar ladrillo triturado reciclado en lugar de áridos gruesos naturales en cantidades variables (0, 10, 20 y 30 %). El tamaño nominal máximo de los ladrillos triturados utilizados es de ½".



Para las pruebas de resistencia a la compresión y a la flexión, se prepararon veinte muestras con una relación peso-compacidad de 0,5 en un diseño de mezcla de 180 kg/cm<sup>2</sup>. Tras 28 días de curado, se midieron las resistencias a la flexión y a la compresión del hormigón endurecido. También se realizó la prueba de asentamiento en los distintos diseños de hormigón mientras aún estaban frescos. Se observó que el asentamiento era de 70 mm en las muestras que incluían un 30 % de ladrillos reciclados, frente a los 75 mm de las muestras de ensayo normales. Las muestras de referencia obtuvieron una resistencia a la compresión de 175 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la resistencia de las muestras experimentales alcanzó los 188 kg/cm<sup>2</sup>, lo que demuestra un aumento de hasta el 10 % de sustitución. No se observaron fluctuaciones apreciables en los valores de la prueba de resistencia a la flexión hasta un 10 %, tras lo cual descendieron a un mínimo de 24 kg/cm<sup>2</sup> (2,4 MPa).

Con el fin de preparar hormigón respetuoso con el medio ambiente, Serrano M. Pérez D. (Colombia, 2010) investigó el uso de áridos inusuales. Este estudio nos brinda la oportunidad de examinar cómo se ven afectadas las características mecánicas del hormigón cuando una parte de los áridos gruesos naturales se sustituye por áridos fabricados a partir de escombros reciclados y limaduras de metal. Se evaluaron dieciocho ejemplos de hormigón para la compresión de cada una de las ocho mezclas que se crearon para este fin. La mezcla de un 23 % de áridos finos, un 61 % de áridos gruesos, un 10 % de áridos de ½" procedentes de escombros reciclados, un 6 % de limaduras finas y una relación agua-cemento de 0,4 dio como resultado mezclas más resistentes que las elaboradas con áridos convencionales hasta un 30 % de sustitución. En este punto, la resistencia original de 210 kg/cm<sup>2</sup> se mejoró en un 40 %.

Mediante el uso de técnicas experimentales, Amakey, Abbey y Olubanwo (2021) trataron de crear hormigón de alta resistencia incorporando polvo de ladrillo a la mezcla



de hormigón para sustituir parcialmente el componente de cemento Portland. Se sustituyeron tres porcentajes diferentes del cemento por la población. Además, se elaboraron cuatro mezclas de hormigón diferentes utilizando una relación agua-cemento de 0,5. Mediante pruebas de asentamiento y de índice de compactación, se evaluó la trabajabilidad de las muestras mientras estaban nuevas. Una vez endurecidas, se evaluó su resistencia a la compresión sin confinamiento y su resistencia a la tracción. El uso de un 20 % y un 30 % menos de cemento produjo valores de asentamiento bajos. Sin embargo, todos los diseños de mezcla produjeron hormigón con una gran resistencia a la compresión y a la tracción, y la resistencia a la tracción por división no fue significativamente diferente de la del hormigón normal. Tras analizar los seis diseños de mezcla con diferentes contenidos de cemento, se descubrió que todos ellos tenían una excelente trabajabilidad y una gran resistencia. Por otro lado, la mezcla con un 10 % de sustitución mostró mejores resultados en las pruebas de resistencia a la tracción y a la compresión no confinada. A pesar de su bajo valor de asentamiento, el hormigón con un 20 % de cemento por volumen puede seguir utilizándose en la construcción. También se menciona su observación de que, en todos los diseños de mezcla, la resistencia del hormigón mejoraba con el aumento de la edad de curado.

(Quinteros y Gonzales, 2022). El objetivo general de este estudio es desarrollar un método sostenible y económicamente beneficioso para producir hormigón experimental utilizando materiales reciclados; concretamente, permitirá el uso de ladrillos triturados como áridos gruesos en una variedad de proyectos. Se realizaron pruebas iniciales de laboratorio para caracterizar los residuos de ladrillos triturados, los áridos gruesos y finos, y la técnica ACI 211.1 para diseños de dosificación de hormigón a 180 y 210 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Estas pruebas están normalizadas por NTE INEN y son



necesarias para el proceso de diseño. A lo largo de los ensayos se realizaron diversas mezclas sustituyendo el agregado grueso por residuos de ladrillo triturado en cantidades del 0, 5, 15 y 25 %. El módulo de elasticidad, la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción indirecta del hormigón se evaluaron veintiocho días después del curado. A medida que aumentaba la cantidad de ladrillo triturado, los resultados revelaron que el porcentaje de disminución de la resistencia se reducía de forma constante. Llegamos a la conclusión de que, aunque todas las combinaciones eran económicamente viables, las cifras del diseño de la mezcla de hormigón no proporcionaban la resistencia que esperábamos.

### 2.1.2 *Antecedentes nacionales*

Durante el experimento realizado por Rojas (2021), se realizaron ensayos de asentamiento, contenido de aire y resistencia a la compresión a cinco muestras: una del diseño convencional y cuatro con polvo de ladrillo. La población considerada contemplaba la sustitución parcial del cemento en proporciones del 5 %, 15 %, 25 % y 35 %. La investigación utilizó un enfoque cuantitativo. Con diferentes cantidades de polvo de ladrillo sustituido, la prueba de asentamiento arrojó valores de 5,0, 5,25, 5,3 y 5 pulgadas, mientras que la muestra de referencia midió 4,5 pulgadas. El contenido de aire en la muestra de referencia fue del 4,5 %, sin embargo, tras la sustitución del cemento, los resultados fueron del 5,2 %, 5,6 %, 4,5 % y 5 %, respectivamente. A diferencia de las otras muestras con diferentes contenidos de cemento, la muestra estándar alcanzó una resistencia a la compresión de 284,99 kg/cm<sup>2</sup> después de 28 días. Las otras muestras midieron 242,01 kg/cm<sup>2</sup>, 181,24 kg/cm<sup>2</sup> y 146,91 kg/cm<sup>2</sup>. Como resultado, descubrimos que las mezclas con un 35 % de polvo de ladrillo tenían el asentamiento más bajo, en comparación con las que tenían entre un 5 % y un 25 % de polvo de ladrillo. Si bien la



resistencia de la muestra de referencia fue insuperable, las combinaciones con un 5 % y un 15 % de suplemento de cemento demostraron una resistencia respetable. Esto se debe a que el contenido de aire aumenta a medida que aumenta la cantidad de sustitución de cemento.

Además, Castillo y Hernández (2020) investigaron los efectos de sustituir parte del cemento Portland tipo HS en el hormigón con una resistencia de  $F'c = 300 \text{ kg/cm}^2$  por polvo de ladrillo. Utilizando diseños de mezcla poblacionales que sustituyen el 5 %, el 15 %, el 25 % y el 30 % del cemento, emplearon una técnica cuantitativa. A temperatura ambiente, se evaluó la consistencia y la resistencia a la compresión de las muestras; después de que se endurecieron, se sometieron a pruebas para determinar el contenido de huecos y la temperatura. Según los datos, se observó que la temperatura de las distintas muestras oscilaba entre 10 y 32 grados Celsius. Según los resultados de la prueba de asentamiento, el diseño convencional alcanzó un valor de 6,5 pulgadas, mientras que las mezclas con sustitución de cemento alcanzaron valores de 6, 5, 4 y 5,4 pulgadas, respectivamente. La resistencia a la compresión a los 28 días fue de 28,35 MPa para la muestra de control, 30,57 % para la mezcla con sustituto de cemento, 33,59 % para la otra mezcla, 36,40 % para la muestra de control y 14,53 % para la mezcla con sustituto de cemento. Mientras que las mezclas modificadas tenían contenidos de huecos del 4,90 %, 4,72 %, 4,55 % y 5,30 %, respectivamente, en la prueba de contenido de huecos del hormigón endurecido, el hormigón convencional tenía un 5,02 %. Después de experimentar con varias mezclas de cemento y polvo de ladrillo, descubrieron que 331  $\text{kg/m}^3$  de cemento y un 25 % de polvo de ladrillo producían el hormigón de menor permeabilidad. Esta combinación también mostró buenos resultados en cuanto a la



pérdida de fluidez. Además, aunque las resistencias del hormigón endurecido son bajas al comienzo del proceso de curado, superan las de la muestra de control después de 28 días.

Además, se comprobó que la concentración en el aire era un 47 % menor. [Año] Masías, K. «Resistencia a la flexión y a la tracción del hormigón afectada por el ladrillo triturado». Esta es mi tesis. Los investigadores pudieron evaluar el rendimiento del hormigón en condiciones húmedas y secas sustituyendo los áridos gruesos de forma proporcional por ladrillo triturado procedente de dos productores artesanales distintos. Se utiliza un diseño de mezcla que sigue el enfoque ACI - 211.1 con una relación agua-cemento de 0,54. Los tres porcentajes de peso de cemento que se emplearon para la sustitución en el estudio (5 %, 10 % y 20 %) se sometieron a prueba utilizando tres muestras cilíndricas cada uno después de 28 días de curado. Dado que la resistencia a la compresión y a la tracción del hormigón comienza a aumentar con una sustitución del 10 % de ladrillo triturado, se determinó que ese era el punto óptimo, según los resultados. A medida que aumentan los porcentajes de sustitución, los resultados comienzan a disminuir. Por otro lado, la resistencia a la flexión mostró la tendencia inversa, con una disminución de la resistencia a la flexión al aumentar los porcentajes de sustitución de ladrillo triturado. Al sustituir los áridos gruesos por ladrillo triturado, los investigadores descubrieron que la trabajabilidad de la mezcla se reduce, pero las propiedades mecánicas del hormigón curado mejoran. Lo que sucedió a continuación con los ladrillos fabricados por las dos empresas fue totalmente diferente.

### **2.1.3 Antecedentes locales**

Tepe 2024, Recientemente, los escombros de construcción se han convertido en un gran problema para el medio ambiente. En un intento por reducir nuestro impacto en el medio ambiente, se han realizado estudios para investigar la viabilidad de fabricar



hormigón ecológico a partir de materiales reciclables. El objetivo principal de esta investigación era averiguar el rendimiento mecánico del hormigón fabricado con ladrillos triturados en lugar de material grueso. Mediante una técnica aplicada experimentalmente, se analizaron los resultados de resistencias de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> a los 7, 14 y 28 días de curado. Los residuos se incluyeron en el hormigón en porcentajes del 8 %, 12 %, 22 % y 32 % para sustituir el agregado grueso. Al observar las estadísticas, la resistencia más habitual para el 12 % de ladrillos triturados es de 280 kg/cm<sup>2</sup>. Otras tres resistencias son el módulo de elasticidad (246050,50 kg/cm<sup>2</sup>), la resistencia a la flexión (58,0 kg/cm<sup>2</sup>) y la resistencia a la tracción (32,5 kg/cm<sup>2</sup>). Además, el ladrillo tiene un impacto negativo en el asentamiento debido a la baja trabajabilidad que confiere a la mezcla. Debido a su gran capacidad de resistencia, los ladrillos triturados podrían utilizarse como sustituto de los materiales de hormigón convencionales, según esta investigación.

## 2.2 Marco teórico

### 2.2.1 *Concreto*

Las características que hacen que el hormigón sea tan útil como material de construcción incluyen su resistencia al deterioro por fuerzas externas, su facilidad de trabajo y el hecho de que los elementos que lo componen están presentes en todos los continentes (Neville A., 2010).

El American Concrete Institute (2014) define el hormigón como un material compuesto por agua, áridos (finos y gruesos) y cemento hidráulico (Portland u otro tipo), con o sin aditivos. Cada componente se dosifica en función del uso previsto, y se debe respetar estrictamente la relación agua-cemento (w/c), que es la proporción ideal entre ambos. Se necesita menos agua para producir la misma cantidad de cemento en el



hormigón cuando se reduce la relación. Sin embargo, las altas temperaturas generadas por el proceso de curado del hormigón hacen que pierda parte del agua que se había previsto inicialmente para su composición. Esta es la razón del proceso de curado del hormigón: añade humedad a la mezcla y evita que el agua se evapore. Una humedad inadecuada en el hormigón puede provocar problemas como la contracción autógena, que a su vez debilita el material y crea fracturas y fisuras. Zhang (2016) descubrió que este problema está inversamente relacionado con la proporción agua-cemento, lo que significa que la contracción se hace más evidente con proporciones más bajas. Debido a los efectos negativos sobre la resistencia a la compresión del hormigón y otras características físicas y mecánicas, hay motivos para preocuparse por la durabilidad del material a largo plazo (Ole y Pietro, 2006).

### ***2.2.2 Componentes del concreto***

Los componentes principales del hormigón son agua, áridos finos como la arena y áridos gruesos como la grava, junto con el cemento como agente aglutinante. Para que el producto sea más rentable, se utilizan materiales inertes como la grava y la arena en lugar del cemento (Gallo, 2005). Los áridos activos incluyen el agua y el cemento, ya que su interacción química inicia el proceso de fraguado, que consiste en la solidificación de la mezcla. (Según Gallo, 2005). La figura 1 muestra los componentes en forma de porcentajes.

**Figura 1**

*Componentes del concreto*



### 2.2.2.1 Cemento

Las especificaciones técnicas en Perú establecen que los cementos hidráulicos, como el cemento Portland, se fabrican moliendo clinker, que está compuesto principalmente por silicatos de calcio hidráulicos, pero que también puede incluir uno o más tipos de sulfato de calcio. El cemento Portland se compone principalmente de clinker y yeso.

Los procesos químicos que se producen cuando el cemento se empapa en agua hacen que las partículas minerales se unan formando un elemento compacto; esta propiedad se conoce como cemento hidráulico y es el resultado de las cualidades adhesivas y cohesivas del cemento. A efectos de esta definición, «cemento» solo debe referirse a la sustancia aglutinante utilizada junto con otros materiales de construcción, como piedras, arena, ladrillos, bloques de construcción, etc. Los cementos calcáreos se utilizan a menudo en los campos de la ingeniería civil y la construcción, ya que los compuestos de cal son los ingredientes clave de este tipo de cemento (Neville A., 2010).

### a) Clasificación del cemento

Las propiedades del cemento Portland se ven afectadas por las variaciones en las cantidades de C<sub>2</sub>S (silicato dicálcico), C<sub>3</sub>S, C<sub>3</sub>A y C<sub>4</sub>AF. Como resultado, se pueden producir varias variedades para satisfacer requisitos físicos y químicos específicos (Rivera, 2013).

- El cemento Portland tipo I se utiliza para proyectos de hormigón estándar que no requieren características especiales.
- Los proyectos de hormigón que están sometidos a niveles moderados de acción del sulfato y aquellos que necesitan cantidades moderadas de calor de hidratación suelen utilizar cemento Portland tipo II.
- Cemento Portland tipo III: Produce una base sólida.
- El cemento Portland tipo IV se caracteriza por su bajo calor de hidratación.
- El cemento Portland tipo V proporciona una excelente protección contra los ataques de sulfatos.
- Cemento Portland con agentes incorporadores de aire: Estos cementos se someten a pulverización con la adición de una sustancia incorporador de aire.

**Tabla 2**

*Principales compuestos del cemento*

Nombre	Fórmula	Abreviatura
Silicato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C <sub>3</sub> S
Silicato dicálcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C <sub>2</sub> S
Aluminato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C <sub>3</sub> A
Ferroaluminato tetracálcico	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C <sub>4</sub> AF



## b) Fases minerales del cemento

- **Silicato tricálcico C3S:** Es la parte más importante de las pastas de cemento Portland, ya que controla el fraguado y el desarrollo inicial de la resistencia del cemento. Los efectos de la temperatura, la dilución, la mezcla y otros componentes del hormigón pueden entenderse mejor mediante estudios sobre mezclas de C3S puro y agua (Gartner, Damidot, Young y Jawed, 2001).
- **Silicato dicálcico C2S:** La razón principal por la que se ha estudiado ampliamente el silicato tricálcico es por sus características a largo plazo, que se deben principalmente a su hidratación (Gartner, Damidot, Young y Jawed, 2001). Un componente que ayuda a proporcionar una resistencia duradera es el silicato dicálcico. Solo el 30 % de la reacción tiene lugar durante el proceso de hidratación y solidificación de 28 días.
- **Aluminato Tricálcico C3A:** A pesar de su escasa cantidad, el C3A desempeña un papel importante en el cemento debido a su comportamiento y a su interacción estructural con las demás fases. La condición de fraguado rápido cataliza la hidratación del yeso, su rápido endurecimiento y la liberación de una cantidad significativa de calor en los primeros días; es responsable de la resistencia del yeso al sulfato (Gartner, Damidot, Young y Jawed, 2001).
- **Ferroaluminato Tricálcico C4AF:** El cemento obtiene su color del aluminato tricálcico. La composición más frecuente es C4AF, ya que muchos cementos tienen una fase de ferrita con una composición similar (Gartner, Damidot, Young y Jawed, 2001). Las investigaciones

demuestran que se hidrata rápidamente, pero no aporta mucho a la resistencia a largo plazo.

### 2.2.2.2 Agua

El gel de cemento y la resistencia que confiere son el resultado de interacciones químicas entre el cemento y el agua, que a su vez dependen en gran medida del agua. Esto convierte al agua en el ingrediente más importante del hormigón, según el artículo «Water Quality for Concrete» (La calidad del agua para el hormigón) (Sr. K. J. Kucche, 2015). Si el agua es apta para el consumo, también debería ser apta para su uso en la mezcla de hormigón, según una regla general. Se puede utilizar cualquier agua natural que sea apta para el consumo y que no tenga un olor o sabor demasiado fuerte para mezclarla con cemento (Rakesh A. More, 2014). Las impurezas del agua de mezcla pueden afectar a la eflorescencia, las manchas, la corrosión de las armaduras, la inestabilidad del volumen y la durabilidad del hormigón, además del tiempo de fraguado y la resistencia.

### Tabla 3

*Agua de lluvia y agua potable para concreto*

Parámetro	Aguas Lluvia (mg/L)	Agua Potabilizada (mg/L)	NTC 3459 (mg/L)
Sulfatos	5,00	12,00	1 000
Cloruros	16,30	19,50	1 000
Sólidos totales	28,50	32,00	50 000
Sólidos disueltos	27,00	1,00	2 000
pH	5,10	6,80	≥ 5
Turbiedad	4,20 NTU	0,10 NTU	NA

Nota: NTC 3459.

**Adición de agua en obra:** Una vez que el hormigón premezclado llega al lugar de vertido, se mezcla in situ con agua en el camión hormigonera. Es posible volver a templar o modificar la mezcla de hormigón añadiendo más agua a la mezcla según las

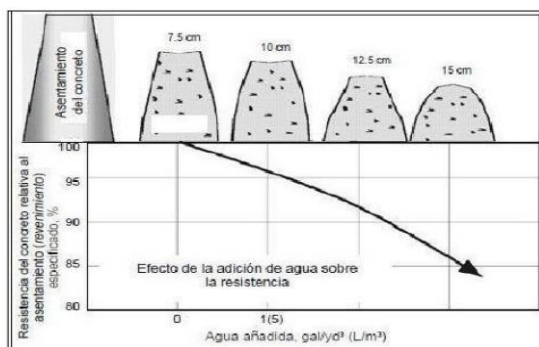
especificaciones del comprador o utilizando parte del agua retenida durante la primera mezcla.

### ¿Por qué añadir agua en obra?

Es necesario añadir agua al hormigón cuando llega a la obra para aumentar su asentamiento hasta un nivel aceptable o requerido si su consistencia es demasiado rígida o si tiene un asentamiento inferior al permitido por el diseño o las especificaciones Según Loyaga (2014).

### Figura 2

*Una ilustración de cómo el agua afecta al asentamiento*



Nota: (Loyaga, 2014).

### 2.2.2.3 Agregados

La arena, la grava, la piedra triturada, la escoria y los áridos ligeros son ejemplos de materiales granulares que se consideran áridos según el comité ACI E701. Estos materiales suelen constituir entre el 60 % y el 75 % del volumen total del hormigón. La trabajabilidad, la resistencia, las características térmicas, la densidad y la durabilidad del hormigón se ven mejoradas por el uso de áridos, que también ayudan a mitigar los cambios de volumen causados por la contracción cuando la pasta de cemento y el agua se secan. Además, son un relleno rentable que reduce el coste total del hormigón.

Las proporciones relativas de los áridos, las necesidades de cemento y agua, la trabajabilidad, la bombeabilidad, la economía, la porosidad, la contracción y la durabilidad del hormigón se ven afectadas por los límites de calificación y el tamaño nominal máximo de los áridos, que se especifican por varias razones. Según Kosmatka, Kerkhoff y Panarese (2002), las variaciones en la clasificación pueden afectar significativamente a la consistencia de los lotes de hormigón. No es rentable utilizar arenas muy finas, y combinarlas con arenas y áridos muy gruesos puede hacer que la mezcla sea dura e inutilizable. Por lo general, el mejor resultado se consigue con una curva de clasificación suave.

Debido a su bajo coste y a su capacidad para aumentar el volumen de la mezcla, los áridos se utilizaron inicialmente como relleno. Sin embargo, el comportamiento del hormigón se ve afectado por las cualidades físicas, químicas y térmicas de los áridos. Tienen una ventaja técnica, ya que aumentan la estabilidad volumétrica, la durabilidad y el comportamiento estructural del hormigón, pero también reducen su resistencia, ya que los áridos débiles no pueden producir un hormigón resistente.

### Figura 3

*Agregados para el concreto*





## A. Agregado fino

El agregado que se ha producido por la desintegración natural o artificial de rocas y que ha pasado por un tamiz de 3/8" y se ha retenido en un tamiz n.º 200 que cumple con las especificaciones establecidas en NTP 400.037 se denomina agregado fino. La arena, ya sea natural o artificial, o una mezcla de ambas, puede constituir un agregado fino. Debe cumplir con estos criterios:

- Se prefieren partículas limpias, firmes, compactas y resistentes, que deben tener una forma angular.
- No deben estar presentes en cantidades significativas pizarra, esquisto, álcalis, materia orgánica, sales, grumos, partículas escamosas o blandas y otros materiales potencialmente peligrosos.

**Tabla 4**

*Requisito granulométrico del agregado fino*

Malla	% Que Pasa
3/8"	100
Nº4	95 - 100
Nº8	80 - 100
Nº16	50 - 85
Nº30	25 - 60
Nº50	10 - 30
Nº100	02 - 10

Nota: NTP 400.037.

### 2.2.2.4 El agregado grueso

El agregado grueso se define como el material que pasa por un tamiz de 4,75 mm (n.º 4) y cumple las especificaciones establecidas en NTP 400.037 o ASTM C 33; puede

ser piedra triturada, grava natural o triturada, o agregados de materiales metálicos, ya sean fabricados o naturales. Las especificaciones para el agregado grueso son las siguientes:

- Debe estar compuesto por partículas no contaminadas, de forma angular, rígidas, compactas, robustas y, a ser posible, con una textura rugosa.
- Es esencial que las partículas sean químicamente estables y no contengan contaminantes tales como escamas, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, materiales orgánicos, sales y otros elementos potencialmente peligrosos.

**Tabla 5**

*Requisito granulométrico del agregado grueso*

Huso N° ASTM	Tamaño Máximo Nominal	Porcentaje que Pasa por los Tamices Normalizados												
		100mm (4")	90mm (3 ½")	75mm (3")	63mm (2 ½")	50mm (2")	37.5 mm (1 ½")	25.0mm (1")	19.0mm (¾")	12.5mm (½")	9.5mm (¾")	4.75mm (N° 4)	2.36mm (N° 8)	1.18mm (N° 16)
1	90 a 37.5mm (3 ½" a 1 ½")	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
2	63 a 37.5mm (2 ½" a 1 ½")			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
3	50 a 25.0mm (2" a 1")				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
357	50 a 4.75 mm (2" a N° 4)				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
4	37.5 a 19.0 mm (1 ½" a ¾")					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			
467	37.5 a 4.75 mm (1 ½" a N° 4)					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
5	25.0 a 9.5 mm (1" a ¾")						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5			
56	25.0 a 9.5 mm (1" a ¾")						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 5	0 a 5		
57	25.0 a 4.75 mm (1" a N° 4)						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
6	19.0 a 9.5 mm (¾" a ¾")							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5		
67	19.0 a 4.75 mm (¾" a N° 4)							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
7	12.5 a 4.75 mm (½" a N° 4)								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
8	9.5 a 2.36 mm (¾" a N° 8)									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

*Nota:* NTP 400.037.



#### 2.2.2.4.1 *Agregado global*

Entiéndase como agregado global, a aquel material granular compuesto de la combinación de agregado grueso y fino en diferentes proporciones, estos pueden proceder directamente de ríos o canteras, u obtenerse de la realización de una mezcla. Estos, al igual que los áridos gruesos y finos, están sujetos a requisitos técnicos para la distribución del tamaño de las partículas.

#### 2.2.2.5 Aditivos

En la actualidad, los aditivos se consideran un componente adicional del hormigón. Para mejorar ciertas cualidades del hormigón recién mezclado, se añaden ciertos componentes denominados aditivos. Su uso ayuda a mantener la calidad del hormigón constante durante los procesos de mezcla, transporte, instalación y curado, lo que a su vez mejora sus cualidades y reduce los costes.

En el mortero o el hormigón, un aditivo es «un material, distinto del agua, los áridos, el cemento hidráulico o las fibras de refuerzo, que se utiliza como ingrediente y se añade al lote inmediatamente antes o durante la mezcla», según el Comité 116R de la ACI y la norma ASTM C 125. Según Torre (2004).

Para que el hormigón sea más adecuado para una determinada aplicación, a menudo se añaden aditivos a la mezcla mientras se está mezclando. Esto se hace para cambiar las cualidades del hormigón.

- Esto facilitará su colocación y mejorará su uso. De este modo, el hormigón se puede preparar, transportar y colocar de forma eficiente.
- Lograr mayor economía y mejores resultados, por cambios en la proporción de la mezcla.



## A. Condiciones de empleo

Los aditivos utilizados deben cumplir con lo especificado en la norma ASTM C 494. Para su utilización se requieren las especificaciones del proyecto o la aprobación del supervisor. En 2004, Ana Torre hizo una declaración. La norma describe claramente los requisitos para cada aditivo destinado a mejorar el contenido de agua, el tiempo de fraguado, la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión, la deformación por contracción y la durabilidad del hormigón.

## B. Razones de empleo

Los aditivos se utilizan a menudo para modificar las características del hormigón recién mezclado por muchas razones, entre las que destacan las siguientes:

- Menos agua en la mezcla significa que se necesita menos cemento para la misma relación agua-cemento (cuando se utilizan plastificantes y superplastificantes).
- El hormigón es superior a otros métodos para conseguir determinadas cualidades. Aumenta la trabajabilidad manteniendo el mismo contenido de agua; reduce el contenido de agua manteniendo la trabajabilidad sin cambios.
- Reducción, aumento o control del asentamiento. Modificaciones del tiempo de fraguado inicial, ya sea más rápido o más lento. Reducción o aumento de la tasa de sangrado. Reducción o eliminación de la segregación; o crecimiento con cierta expansión.



Las siguientes son algunas de las justificaciones más comunes para alterar las características del hormigón endurecido, el mortero o la lechada mediante el uso de aditivos:

- Retrasos o reducciones en la cantidad de calor de hidratación durante el endurecimiento inicial.
- Aceleración del desarrollo y crecimiento de la resistencia inicial y/o final del hormigón.
- Se reduce la permeabilidad del hormigón y se mejora su durabilidad, lo que significa que puede soportar mejores condiciones ambientales adversas.
- Fortalecimiento de las uniones entre el acero y el hormigón, así como entre el hormigón antiguo y el nuevo.

### **C. Clasificación de aditivos**

Debido a que pueden modificar más de un atributo del hormigón, tienen características diferentes según su aplicación y no todos cumplen con las mismas normas, los aditivos son difíciles de clasificar.

La composición de los aditivos comerciales puede incluir componentes que pueden incluirse en dos o más categorías de forma independiente, o que podrían estar cubiertos por dos o más normas ASTM o directrices ACI. En 2004, Ana Torre hizo una declaración. La clasificación de los aditivos se muestra en la figura 4, de acuerdo con la norma ASTM C 494.

**Figura 4***Clasificación de Aditivos*

TIPO A	• Aditivos reductores de agua
TIPO B	• Aditivo retardante
TIPO C	• Aditivo acelerante
TIPO D	• Aditivo reductor de agua y retardante
TIPO E	• Aditivo Reductor de agua y acelerante
TIPO F	• Aditivo reductor de agua de alto rango
TIPO G	• Aditivo reductor de agua de alto rango y retardante
TIPO S	• Aditivo de desempeño específico

Nota: NTP 334.088

### 2.2.3 *El uso de ladrillo reciclado en el hormigón y cómo cambia las características de las mezclas*

**Residuos sólidos.** Como ayuda a la construcción sin dañar a la sociedad ni al medio ambiente, este material está diseñado para desempeñar varias funciones, ya que ofrece una resistencia suficiente en su diseño combinado.

**Residuo demolición de obras.** Escombros procedentes de proyectos de construcción. Esto tiene un impacto global, pero incorporar el diseño estructural y estético a estos recursos tiene enormes ventajas. Ladrillos, cerámica, madera y otros materiales forman parte de la basura.

**Residuos cerámicos.** Los residuos procedentes de grandes estructuras han sido un problema para la sociedad. El desmantelamiento de estos edificios suele dejar atrás

residuos cerámicos e incluso madera, que pueden utilizarse como aglutinante en el hormigón y proporcionar la resistencia necesaria.

## Figura 5

*Residuos en la construcción*



**Mezcla de ladrillos triturados.** Los ladrillos triturados mejoran las características del hormigón, lo que da lugar a ladrillos de tipo fibroso que son resistentes a los problemas de trabajabilidad y consistencia cuando se unen al hormigón, reforzándolo así.

## Figura 6

*Ladrillo triturado*





**Ladrillo triturado en el concreto.** A diferencia de los áridos naturales, se trata de residuos totalmente puros que aportan resistencia al diseño combinado y producen la calidad necesaria.

### **a. Cómo afectan los ladrillos al hormigón recién mezclado**

El aspecto de las distintas fracciones de ladrillo triturado influye en la facilidad con la que se puede trabajar y colocar el material donde se necesita justo después de su extracción. Las fracciones con menor superficie específica, como las formas cúbicas o redondeadas, necesitan menos pasta de cemento para alcanzar el mismo rendimiento que una mezcla de hormigón construida con áridos de mayor superficie específica, como los creados por partículas alargadas y aplanadas.

Además, el uso de las fracciones aplanada, alargada, angular y rugosa da como resultado un mayor contenido en huecos, lo que hace que la mezcla necesite más pasta para producir un hormigón trabajable. Cuando esto ocurre, la mezcla de áridos (árido total) tiene una textura más fina, lo que significa que tiene una mayor superficie específica. Esto aumenta la cantidad de pasta necesaria.

Del mismo modo, las fracciones de forma aplanada, alargada, angular y rugosa tienen un impacto evidente en la facilidad de manejo de la mezcla. Debido a su movilidad restringida, estas fracciones producen mezclas que impiden que el concreto se compacte y termine en la superficie. Aunque la textura superficial influye en la gradación, la trabajabilidad y la forma de los agregados tienen un mayor impacto global.

Según León 2010, la proporción de agua necesaria para la mezcla del concreto dependerá únicamente de la textura y la forma de dichas partículas. Es necesario más agua



si se quiere obtener una determinada trabajabilidad, lo que podría reducir la resistencia y aumentar la exudación del hormigón

## **b. Cómo afectan los ladrillos al hormigón endurecido**

La propiedad de la textura tiene un alto valor de incidencia porque afecta en la consistencia entre las fracciones gruesas y el mortero, así lo demuestran los distintos efectos de la resistencia a la compresión. Las fracciones que tienen características rugosas tienden a ocasionar resistencias superiores a las fracciones de características lisas, esto afectando en la flexión. Por otra parte, las fracciones con calidades rugosas conducen a un alto contenido de agua a fin de lograr cierta trabajabilidad dada, lo que disminuye su resistencia a la compresión y su durabilidad (mayor relación w/c).

Los agregados con propiedades angulares, aplanados y alargados interfieren y producen resultados negativos en la propiedad de durabilidad del concreto porque genera más agua debido a la cantidad excesiva de vacíos. La durabilidad es la propiedad que se relaciona con diversos componentes como bajo contenido de agua, hormigón homogéneo, esto refiriéndose a una mezcla trabajable, curado adecuado, entre otros. El impacto del agregado en la resistencia del hormigón constituye un elemento determinante.

Según Alexander (1996), la forma y textura del agregado repercuten directamente en el hormigón armado aumentando su resistencia, alterando la cantidad de tensión del material compuesto y determinando el nivel de micro fisuración y agrietamiento previo y posterior al fallo por compresión.

Según Mehta y Monteiro (1993), Dado que la morfología del agregado incide sobre el desarrollo de microfisuras situadas en la transición de acero, la forma y textura del agregado también influye en la forma de la curva tensión-deformación del concreto.



En este sentido, una serie de requisitos pretenden disminuir la proporción de partículas alargadas o aplanadas en los agregados utilizados para fabricar concreto.

Además, se ha demostrado que los agregados redondeados tienen una superficie específica menor que la roca triturada o machacada, según los estudios realizados. A la luz de esta idea, puede decirse que, siempre que se utilice la cantidad adecuada de pasta, el concreto construido con agregados que tienen una mayor superficie específica presenta una mayor adherencia mecánica, lo que sugiere una mayor resistencia a la compresión.

El material obtenido a partir de ladrillo triturado en general puede ser empleado como un agregado, siempre y cuando cumpla ciertos requisitos. En el caso de ladrillos provenientes de reciclaje, es necesario que cumplan con ciertos parámetros para ser considerados útiles desde el punto de vista ingenieril: las partículas deben ser duraderas, limpias, sólidas, resistentes y libres de productos químicos absorbidos. Además, no deben espolvorearse con arcilla ni con ningún otro material fino que pueda provocar una hidratación excesiva.

Por lo tanto, el ladrillo reciclado proveniente de la producción artesanal posee partículas con una forma angular, aplanada e irregular una vez triturado, y cumple en su mayoría con los requisitos generales como limpieza, dureza, resistencia, entre otros. No obstante, su uso debe ser evaluado antes de su aplicación.

### **c. Características del ladrillo que influyen en el concreto**

El rendimiento de los ladrillos en el hormigón puede mejorarse eliminando algunas de sus cualidades indeseables y añadiendo otras. Para comprender cómo se comporta el hormigón cuando se agrega grueso con ladrillos rotos, es fundamental comprender sus efectos en el rendimiento del hormigón.



## ✓ **Porosidad y succión**

La gran porosidad de los ladrillos recocho permite que la pasta de cemento se adhiera a ellos y cree una unión muy fuerte denominada «enclavamiento mecánico», lo que los hace ideales para su uso en proyectos de albañilería. Si bien cierta porosidad en el hormigón puede mejorar la unión mecánica en la interfaz entre los áridos y la pasta, un exceso de porosidad podría dificultar la trabajabilidad al impedir que los áridos se muevan libremente debido a la falta de lubricante de la pasta.

Es fundamental remojar bien los ladrillos para que los ladrillos desmenuzados y la pasta de cemento se adhieran correctamente. Pero si están demasiado húmedos, los ladrillos absorberán el agua de la mezcla, lo que dificultará el trabajo o reducirá la cantidad de agua necesaria para la hidratación del cemento. Moje o remoje los ladrillos triturados antes de añadirlos al hormigón para evitar que absorban el agua del cemento y se vuelvan imposibles de trabajar. Pero espere hasta que el exterior esté completamente seco o solo ligeramente húmedo antes de continuar.

Sin embargo, al principio, la trabajabilidad se ve afectada por la succión, ya que la mezcla se queda sin agua porque los ladrillos absorben el agua de la misma. Debido al gran volumen de pasta de cemento absorbida por los poros, la succión también requiere pasta adicional. Otra consecuencia potencial es la disminución de la resistencia del hormigón debido a los niveles alterados de agua libre en la mezcla de hidratación del cemento.

## ✓ **Forma y textura**

La resistencia del hormigón puede verse afectada positivamente por la forma y la textura de las partículas. La forma angular y la textura rugosa del ladrillo



recocho se garantizan triturándolo antes de su inclusión. La resistencia mecánica del hormigón endurecido mejora porque hay más superficie disponible para la unión con la pasta.

No obstante, la trabajabilidad de la mezcla puede verse comprometida como resultado del aumento de la pasta necesaria para cubrir las partículas y la movilidad reducida de los áridos.

Como resultado de la mejora de la adhesión con la pasta de cemento y el aumento de la unión, se prevé que el estado endurecido de los residuos de ladrillos quemados presente un rendimiento mecánico superior en compresión, tensión y flexión, gracias a la textura angular y abrasiva de las partículas.

El ladrillo también tiene una escala de dureza. El material básico, la arcilla, le confiere la capacidad de moldearse añadiendo grandes cantidades de agua; cuando el agua se evapora, se endurece; y cuando se quema, se endurece aún más. La resistencia a la compresión es un área en la que la dureza puede mejorar el rendimiento del hormigón. Tanto los áridos gruesos tradicionales como los materiales duros proporcionan una resistencia superior al hormigón.

#### **2.2.4 *Diseño de mezcla - Método ACI***

Para conseguir un hormigón rentable con unas cualidades excepcionales en estado fresco y endurecido, es necesario tener muy en cuenta los recursos disponibles, incluidos los áridos, el agua, el cemento y los aditivos, a lo largo de todo el proceso de diseño de la mezcla.

El Comité 211 de la ACI ha desarrollado un método sencillo para el diseño de mezclas con el fin de obtener «resultados aceptables para hormigones con dos áridos, con una masa unitaria entre  $2000 \text{ kg/m}^3$  y  $2500 \text{ kg/m}^3$  y con requisitos de resistencia inferiores

a 42 MPa» (20 p. 18). Hay muchos factores que se tienen en cuenta al diseñar un proyecto. Entre ellos se incluyen aspectos como la resistencia, el asentamiento, el tamaño nominal máximo del agregado, el volumen de agua para el proyecto, el contenido de aire, la relación agua-cemento, el peso y el volumen del cemento, los porcentajes de arena y piedra, la revisión del balance final y las correcciones específicas del emplazamiento en cuanto a humedad y precipitaciones.

Por ejemplo, al planificar una mezcla de cemento, es importante disponer de la marca, el tipo y el peso exactos del cemento. Al considerar los áridos, es importante tener en cuenta su perfil y textura superficiales, el tamaño de las partículas, la gravedad específica, el peso unitario (tanto suelto como compactado), el porcentaje de absorción y el contenido de humedad. Es importante conocer la marca, el tipo, la fecha de caducidad, la influencia en el hormigón y la información de la ficha técnica de cualquier aditivo que se vaya a utilizar en el diseño. Es necesario conocer el análisis químico o la prueba de rendimiento del agua para determinar si es potable o no.

## **Figura 7**

*Materiales para el diseño de mezclas*





## a. Etapas del diseño de mezcla

1. Si no se menciona el importe del acuerdo, se puede elegir una tasa adecuada.
2. Optar por el tamaño nominal más grande posible: los áridos bien clasificados con tamaños nominales máximos más grandes tienen menos huecos en comparación con los tamaños más pequeños, por lo que se necesita menos mortero por volumen. Por el contrario, para una relación agua-cemento determinada, reducir los tamaños nominales máximos que se pueden utilizar para generar altas resistencias da resultados superiores. Esta decisión está relacionada con el paso 3, que se detalla a continuación; en esta fase, el tamaño del agregado se utiliza para estimar el contenido de agua y aire de la mezcla.
3. Estimación del contenido de aire y agua: El tamaño nominal máximo, la forma y la gradación de los agregados determinan principalmente la cantidad de agua por unidad de volumen necesaria para un asentamiento específico.
4. En cuarto lugar, la relación agua-cemento: tanto la resistencia como la durabilidad deben tenerse en cuenta al elegir la relación a/c.
5. Cálculo del contenido de cemento: La relación agua-cemento se utiliza para dividir el contenido de agua previsto por la cantidad de cemento.
6. Cálculo de los áridos gruesos: Los áridos con un tamaño nominal máximo y una gradación comparables generan un hormigón trabajable; la trabajabilidad del hormigón depende del módulo de finura y del tamaño nominal máximo.



7. Cálculo del agregado fino: utilizando el enfoque del peso o el método del volumen absoluto, la cantidad de agregado fino se determina restando el peso total de los demás elementos del peso del hormigón fresco.
8. Para obtener la cantidad adecuada de agua en la mezcla, es necesario saber cuánta agua puede absorber el agregado. Esta cifra varía en función del contenido de humedad inherente al agregado.

### **2.2.5 Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido**

La fase sólida del hormigón nuevo está compuesta por áridos y cemento; la fase líquida es agua; y la fase gaseosa es aire atrapado, según Jiménez et al., quienes describen el material como heterogéneo. Las pruebas que ofrece el NTP pueden medir el asentamiento, la densidad, el rendimiento, la temperatura y el contenido de aire, que son las propiedades más importantes del hormigón endurecido. La mezcla adecuada, el transporte al lugar de la obra, la colocación, la vibración, el curado y las características en estado fresco también influyen.

#### **2.2.5.1 Asentamiento**

La prueba de asentamiento determina el grado de humedad en una mezcla de hormigón, lo que también se conoce como su «fluidez» (14 p. 112). Esto se refiere al estado plástico de la mezcla, que puede ser duro (seco) o blando (fluido). El asentamiento se mide utilizando el cono de Abrams.



**Tabla 6**

*Clases de asentamiento*

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de Compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida	> 5"	Muy trabajable	Chuseado

*Nota:* Abanto, 2009, p. 49.

### 2.2.5.2 Temperatura

Factores como la entrada de calor de los componentes, la energía de mezcla y la temperatura ambiente determinan la temperatura final del hormigón. Por ello, el asentamiento y el contenido de aire del hormigón recién mezclado son dos de sus características más notables. El hormigón se mide a su temperatura justo después de la mezcla. En zonas cálidas se requieren temperaturas entre 10 y 29 grados centígrados, siendo 32 grados centígrados la temperatura máxima permitida. Debido al crecimiento exponencial del calor al aumentar la masa, es prudente evitar superar la temperatura máxima.

### 2.2.5.3 Densidad y rendimiento

La relación masa-volumen es la fórmula para calcular la densidad del hormigón, a menudo conocida como peso unitario. «El hormigón convencional tiene un requisito de resistencia inferior a 42 MPa y una masa unitaria entre 2000 kg/m<sup>3</sup> y 2500 kg/m<sup>3</sup>», según la fórmula utilizada para calcular el peso de 1 metro cúbico de hormigón (20 p. 18).

Siguiendo los pasos descritos en INACAL, se puede determinar la densidad del hormigón en kilogramos por metro cúbico. Para ello, primero hay que determinar la masa



del recipiente de medición ( $M_m$ ) y luego restar la masa del recipiente lleno de hormigón ( $M_c$ ). Para obtener la densidad, dividimos la masa del hormigón ( $M$ ) por el volumen del recipiente de medición ( $V_m$ ).

#### **2.2.5.4 Contenido de aire**

El contenido de aire de una mezcla es la proporción de poros retenidos o atrapados. Aquí nos referiremos a la norma que detalla cómo medir el contenido de aire en el hormigón tomando su volumen y el cambio que se produce cuando se aplica presión. No tiene en cuenta la posibilidad de que haya aire dentro de los huecos del agregado.

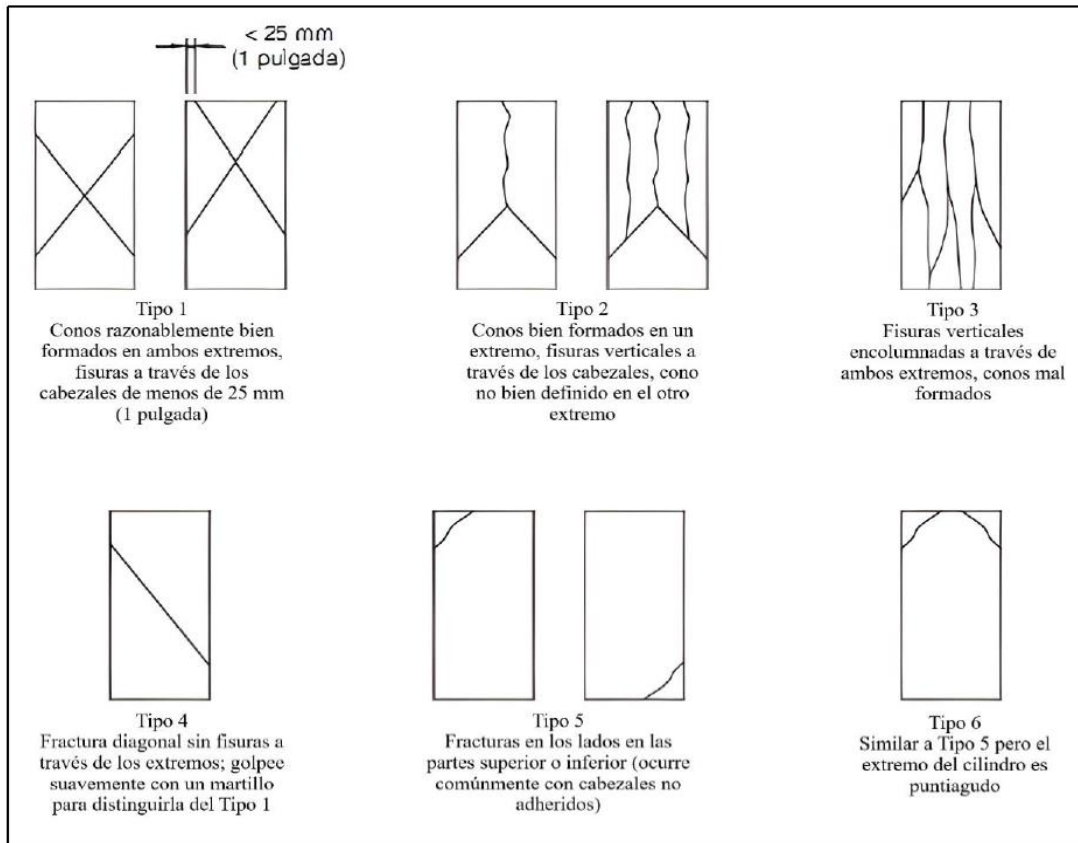
#### **2.2.5.5 Resistencia a compresión axial**

Una de las características más importantes del hormigón simple es su resistencia a la compresión axial, que es el principal indicador de rendimiento utilizado por los profesionales en el diseño de edificios y otras estructuras. Según Abanto (2009, p. 51), el límite al que una muestra falla bajo compresión es la resistencia a la compresión del hormigón. La sustancia debe alcanzar la resistencia indicada por el investigador después de 28 días de vertido y curado.

La resistencia a la compresión de la muestra se determina dividiendo la fuerza máxima de ensayo por su área transversal. A menudo se prevé que la resistencia sea del 75 % de la resistencia a los 28 días a los 7 días, y aproximadamente un 10 % y un 15 % mayor que la resistencia a los 28 días a los 56 y 90 días, respectivamente, según Kosmatka et al. (2004), p. 9. Utilizando el diagrama adjunto, puede documentar el tipo de fractura.

**Figura 8**

*Esquema de los tipos de fractura*



## 2.3 Marco conceptual

- 1. Agregados.** El comité ACI E701 define el material granular como áridos, que suelen constituir entre el 60 % y el 75 % del volumen del hormigón e incluyen elementos como arena, piedra triturada, grava, escoria y áridos ligeros. La trabajabilidad, la resistencia, la durabilidad, la densidad y las cualidades térmicas del hormigón se ven mejoradas por el uso de áridos, que también ayudan a reducir la fluctuación del volumen. A diferencia de las arenas finas, más caras, la combinación de áridos gruesos y arena gruesa da como resultado un material duradero y práctico.



2. **Agregado fino.** Según se define en la norma NTP 400.037, el «agregado fino» es el resultado de la trituración de piedra, ya sea manual o mecánica, que ha sido cribado a través de un tamiz de 3/8" y una malla n.º 200 y que cumple todos los demás requisitos. Un agregado fino puede ser arena, que puede extraerse de minas, encontrarse en la naturaleza o ser una combinación de ambas cosas.
3. **Agregado grueso.** El término «agregado grueso» se utiliza para describir el material que no pasa por un tamiz de 4,75 mm (n.º 4) y que está compuesto por roca triturada, grava triturada, agregados metálicos naturales o fabricados que cumplen las especificaciones establecidas por NTP 400.073 o ASTM C 33, y/o roca triturada. El agregado grueso debe cumplir los siguientes criterios.
4. **Agua.** Cuando es pura, es un líquido incoloro, inodoro e insípido. La RAE indica que este sustantivo es femenino.
5. **Concreto.** Lo siguiente es una paráfrasis de Abanto (2009): «El hormigón es una mezcla de cemento Portland, áridos gruesos, áridos finos, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener determinadas propiedades y, en especial, para la resistencia del hormigón» (p. 11).
6. **Cemento.** El NTP afirma que, dado que el clinker se muele hasta convertirlo en polvo fino, el cemento Portland es un cemento hidráulico. Se podría decir que el clinker de yeso es uno de los componentes clave del cemento Portland, que a menudo también incluye uno o más tipos de sulfato de calcio añadidos durante la molienda, y silicato de calcio hidráulico como componente principal.



7. **Resistencia a la compresión.** La resistencia a la compresión es la capacidad de tolerar la presión y el cambio. La mayor fuerza que puede soportar una muestra de ensayo antes de romperse se denomina comúnmente resistencia a la compresión axial (Abanto, 2017). La mayor fuerza de tracción que puede soportar el hormigón durante los 28 días de preparación y curado se conoce como resistencia a la compresión ( $f_c$ ).
8. **Trabajabilidad.** «La calidad del hormigón recién mezclado reside en su capacidad para ser colocado, compactado y acabado sin separarse ni sangrar».
9. **Ladrillo de arcilla.** Este elemento de albañilería se utiliza para construir paredes o techos. Puede tener forma sólida, hueca, celular o tubular.



## CAPITULO III

### METODOLÓGIA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Diseño de la investigación

Para realizar este estudio se utilizó un diseño experimental. Un diseño experimental es un tipo de investigación en la que se modifica intencionadamente una variable para ver cómo afecta a otras variables. Por lo tanto, será necesario recopilar valores mediante observaciones y algún tipo de prueba o resultado.

#### 3.2 Metodología de la investigación

Esta tesis utilizará una metodología cuantitativa.

Esta línea de investigación se adhiere a una metodología estructurada basada en procedimientos predeterminados desde un punto de vista cuantitativo. El objetivo general de este estudio es sentar las bases para futuros proyectos, esbozando un enfoque sistemático para la toma de decisiones y el desarrollo de estrategias que arroje resultados definitivos.

#### 3.3 Tipo de investigación

Utilizando un diseño cuasi-experimental, que implica la manipulación de al menos una variable —«los sujetos no se asignan aleatoriamente a los grupos ni se

emparejan; más bien, estos grupos ya están formados antes del experimento» (27 p. 151)—, examinaremos el efecto del ladrillo triturado a mano sobre la resistencia a la compresión.

### 3.4 Población y muestra

#### 3.4.1 Población

Los componentes se obtienen a partir de ladrillos triturados añadidos a mezclas de hormigón en proporciones del 0 %, 10 %, 20 % y 30 %. En esta investigación se utilizó ladrillo triturado como sustituto del árido grueso.

#### 3.4.2 Muestra

Se utilizaron los patrones y dosis normales de ladrillos triturados de 0 %, 10 %, 20 % y 30 %, con una resistencia de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . A los 7, 14 y 28 días, para medir la resistencia que podría alcanzar este diseño de mezcla.

### Tabla 7

#### *Cantidad de muestras*

Dosificación	Compresión (días)		
	7	14	28
Concreto Patrón	3	3	3
C.P. + 10% de ladrillo triturado	3	3	3
C.P. + 20% de ladrillo triturado	3	3	3
C.P. + 30% de ladrillo triturado	3	3	3
<b>Total</b>		<b>48</b>	

### 3.5 Técnicas e instrumentos

«Consiste en observar directamente el fenómeno, anotar la información y registrarla para su posterior evaluación», fue la estrategia principal que se desarrolló. Se

establece una conexión analítica con un elemento a través de la observación. Recopilar datos, prestar atención y documentar la información son parte del proceso. Según Puentes (2000), los investigadores se basan en sus sentidos para supervisar y comprender los acontecimientos.

#### a) Materiales empleados

- ✓ **Agregados**
- ✓ **Ladrillos triturados Reciclados.** Los ladrillos triturados mejoran las características del hormigón, lo que da lugar a ladrillos de tipo fibroso que son resistentes a los problemas de trabajabilidad y consistencia cuando se unen al hormigón, reforzándolo así.

### Figura 9

*Ladrillo triturado manualmente*



#### 3.5.1 Ensayos en laboratorio

Después de añadir ladrillo triturado reciclado al hormigón, se determinarán mediante ensayos las cualidades físicas y mecánicas de los áridos y del producto acabado.



### 3.5.1.1 Contenido de humedad

Mediante este método podemos regular el contenido total de agua del hormigón, así como las cantidades necesarias de los ingredientes. Para realizar esta prueba de acuerdo con la norma NTP 339.185 se necesitan los siguientes elementos:

- ✓ Mida con una precisión del 0,1 % y una exactitud de 0,01 g utilizando la balanza.
- ✓ Se requiere una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  para el horno eléctrico.
- ✓ Pilas o recipientes para almacenar muestras de áridos..

### 3.5.1.2 Análisis granulométrico

El tamaño de las partículas y la dispersión de una muestra agregada pueden determinarse con esta técnica. Tanto los métodos mecánicos como los manuales pueden realizar esta tarea. Para utilizar el método manual, necesitará las siguientes herramientas:

- ✓ La precisión y exactitud de la báscula son del 0,1 % y 0,1 g, respectivamente.
- ✓ Se requiere una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  para el horno eléctrico.
- ✓ Recipientes o bandejas diseñados para pesar muestras de áridos.
- ✓ Juego de tamices para áridos gruesos y finos.

### 3.5.1.3 Peso específico y absorción agregado grueso

La densidad relativa de un agregado, definida como su densidad en relación con el agua, es directamente proporcional a su gravedad específica. Para lograr la absorción, el agregado seco se sumerge en agua durante un día entero. Para realizar esta prueba se necesitan los siguientes elementos:



- ✓ Una balanza capaz de soportar muestras de más de 5000 g y equipada con un mecanismo para colgar las muestras en una cesta de malla metálica.
- ✓ Una cesta de malla metálica cuyos agujeros sean más pequeños que los del tamiz n.º 6.
- ✓ La cesta debe sumergirse en un recipiente con agua.
- ✓ La temperatura del horno eléctrico es de  $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ .

### 3.5.1.4 Peso específico y absorción agregado fino

La gravedad específica, también conocida como densidad relativa, del agregado seco se determina después de sumergirlo en agua durante 24 horas, dividiendo su densidad por la densidad del agua. Esto permite determinar la cantidad total de agua absorbida por el agregado. Para realizar esta prueba se necesitan los siguientes elementos:

- ✓ Una balanza con una sensibilidad de 0,1 g y una capacidad superior a 1000 g.
- ✓ Se dispone de un matraz aforado de 500 cm<sup>3</sup>.
- ✓ Fundición metálica en forma de malla.
- ✓ Varilla metálica de apisonado con un peso aproximado de  $340 \pm 15$  gramos.
- ✓ La temperatura del horno eléctrico es de  $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ .

### 3.5.1.5 Peso unitario

A continuación, se presenta la fórmula para determinar el volumen que ocupa un peso determinado de áridos gruesos o finos cuando se colocan en un molde de volumen conocido. Estas pruebas no pueden realizarse sin las herramientas necesarias:

- ✓ Precisión del 1 % en una báscula con capacidad para más de 5000 g.



- ✓ El molde o recipiente metálico tiene forma cilíndrica y una altura casi proporcional a su diámetro.
- ✓ Fundición metálica en forma de malla.
- ✓ Varilla compactadora de metal.
- ✓ Para llenar el recipiente, utilice una pala manual o una cuchara.

### 3.5.1.6 Diseño de Mezcla

La mezcla de hormigón se creó de acuerdo con las normas establecidas por el Comité 211 de la ACI. El objetivo es lograr un diseño de mezcla que pueda soportar una fuerza de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

El cemento, el agua, los ladrillos triturados y diversos porcentajes de áridos gruesos y finos forman parte de la receta. Todas las pruebas necesarias solo pueden realizarse con una combinación homogénea. La mezcla de hormigón se preparó utilizando el siguiente equipo.

- ✓ Probetas cilíndricas.
- ✓ Comba de goma.
- ✓ Mida los ingredientes con una cuchara o pala manualmente.

### 3.5.1.7 Asentamiento del concreto

La prueba de asentamiento es una forma de averiguar cuánta humedad hay en un lote de hormigón recién mezclado midiendo su «fluidez», o lo dura (seca) o blanda (fluida) que es la mezcla mientras se encuentra en estado plástico (14 p. 112). Para realizar esta prueba, necesitará las siguientes herramientas:

- ✓ Un tipo de molde metálico conocido como cono Abrams.



- ✓ Una cinta métrica para determinar el asentamiento del terreno.
- ✓ Herramienta de compactación fabricada con una varilla metálica.
- ✓ Vierta el hormigón en el recipiente utilizando una pala o una cuchara que se sujeta con la mano.

### 3.5.1.8 Peso unitario (densidad)

La relación masa-volumen es la fórmula para calcular la densidad del hormigón, a menudo conocida como peso unitario. «El hormigón convencional tiene un requisito de resistencia inferior a 42 MPa y una masa unitaria entre 2000 kg/m<sup>3</sup> y 2500 kg/m<sup>3</sup>», según la fórmula utilizada para calcular el peso de 1 metro cúbico de hormigón (20 p. 18). Para realizar esta prueba, necesitará las siguientes herramientas:

- ✓ La capacidad de la báscula es superior a 5000 g y tiene un nivel de precisión del 0,1 %.
- ✓ Eslinga de goma.
- ✓ Varilla compactadora de metal.
- ✓ Un recipiente cilíndrico de acero.
- ✓ El hormigón se puede introducir en el recipiente con una pala o una cuchara manual.

### 3.5.1.9 Elaboración de especímenes

Estas muestras cilíndricas se prepararán y curarán para que podamos evaluar la resistencia a la compresión, el módulo de elasticidad y el coeficiente de Poisson del hormigón. Para realizar esta prueba, necesitará las siguientes herramientas:

- ✓ Moldes cilíndricos metálicos de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura.
- ✓ Limpiador de goma blanda.



- ✓ Varilla compactadora de metal.
- ✓ El hormigón se puede introducir en el recipiente con una pala o una cuchara de mano.

### **3.5.1.10 Resistencia a la compresión**

Los expertos en construcción y diseño estructural se basan en la resistencia a la compresión axial, una de las propiedades más esenciales del hormigón simple, como principal indicador de rendimiento. La resistencia a la compresión del hormigón es «la carga máxima por unidad de superficie soportada por una muestra antes de fallar debido a la compresión», según Abanto (19, p. 51). Una vez que el material se ha vertido y curado durante 28 días, debe alcanzar la resistencia estipulada por el investigador. Estos son los elementos que necesitará para completar la prueba:

- ✓ Aparato de compresión ajustado con precisión.

### **3.5.2 Observación directa**

Los sentidos, que están destinados a comprender la realidad de lo que se está explorando, se utilizan para este fin. Para ello, es necesario observar las variables tanto en el campo como en el laboratorio y utilizar criterios para determinar si la muestra se ajusta a la norma.

### **3.5.3 Análisis de documentos**

Para alcanzar los objetivos de este estudio, es esencial examinar y cumplir determinadas leyes, lo que requiere un examen documentado.



### 3.5.4 *Instrumentos de recolección de datos*

Los instrumentos utilizados para la recopilación de datos incluyeron aplicaciones de software tales como:

- ✓ Microsoft Office Word
- ✓ Microsoft Office Excel

### 3.6 Consideraciones Éticas

Se tuvieron en cuenta los siguientes factores éticos a la luz de los componentes del proyecto.

- ✓ Las pruebas fotográficas y los informes de laboratorio garantizan la veracidad de los resultados obtenidos sobre el terreno y en el laboratorio. Se ha reconocido a los autores de la información utilizada en el estudio y se ha citado adecuadamente su trabajo.
- ✓ Con el fin de evitar acusaciones de plagio, el estudio incluye material original elaborado por el autor de la tesis.



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y ANALISIS

#### 4.1 Resultados

Los resultados se organizan de manera que sean aplicables tanto a los objetivos generales como a los específicos. El proceso de investigación arroja valores detallados, y todos los agregados se someten a las pruebas de control de calidad necesarias, con el fin de determinar la composición de la mezcla tanto para el hormigón estándar ( $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) como para el hormigón con diferentes porcentajes de ladrillo triturado húmedo como sustituto del agregado grueso (10 %, 20 % y 30 %).

##### A. Análisis granulométrico

###### ▪ A. Fino

Esta tabla muestra los resultados del estudio de la distribución del tamaño de las partículas del agregado fino. El peso retenido, el porcentaje acumulativo retenido, el porcentaje acumulativo que pasa, el módulo de finura y el porcentaje que pasa por la malla n.º 200 se determinaron en el análisis utilizando varios tamaños de malla.

**Tabla 8**

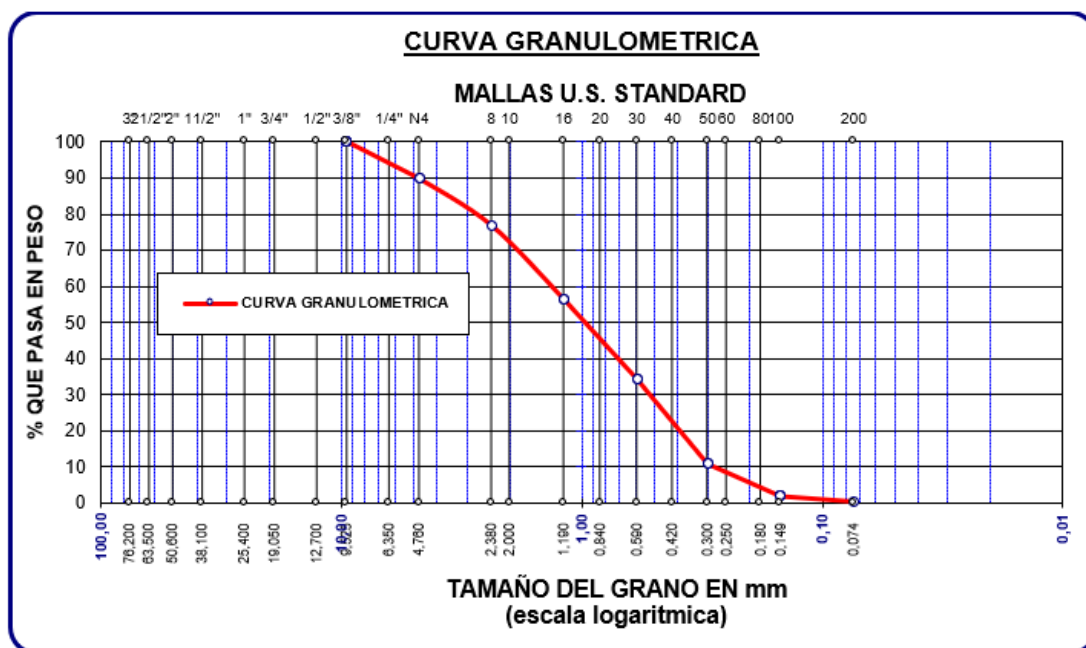
*Gradación del agregado fino*

Tamiz	P. retenido	% R. parcial	% R. acumulado	% pasa
3/8	0	0	0	100.00
No4	107.11	10.15	10.15	89.85
No8	136.24	12.91	23.06	76.94
No16	215.03	20.38	43.44	56.56
No30	233.14	22.10	65.54	34.46
No 50	247.09	23.42	88.96	11.04
No100	94.21	8.93	97.89	2.11
No200	15.50	1.47	99.36	0.64
Base	6.78	0.64	100.00	0.00

Un módulo de finura de 3,29, un tamaño nominal máximo de 4 y un tamaño máximo de 3/8" son características del agregado fino.

**Figura 10**

*Curva de gradación del A.F.*



▪ **A. Grueso**

En la tabla se pueden ver los resultados de las pruebas de distribución del tamaño de las partículas del agregado grueso. Utilizando una gama de tamaños de malla, se calcularon los siguientes valores: peso retenido en cada uno, porcentaje retenido, porcentaje acumulado retenido, porcentaje acumulado pasado, módulo de finura y porcentaje de abrasión. Es evidente que no se descubrió ningún peso residual en las mallas más grandes, como 2«, 1 ½» y 1", lo que sugiere que todas las partículas pasaron a través de ellas. El peso retenido y el porcentaje acumulado retenido aumentan con la adopción de tamaños de malla más pequeños, como ¾«, ½», 3/8" y n.º 4. No obstante, el peso retenido y el porcentaje acumulado retenido disminuyen con la malla n.º 8, lo que sugiere que el porcentaje de partículas más gruesas disminuye.

**Tabla 9**

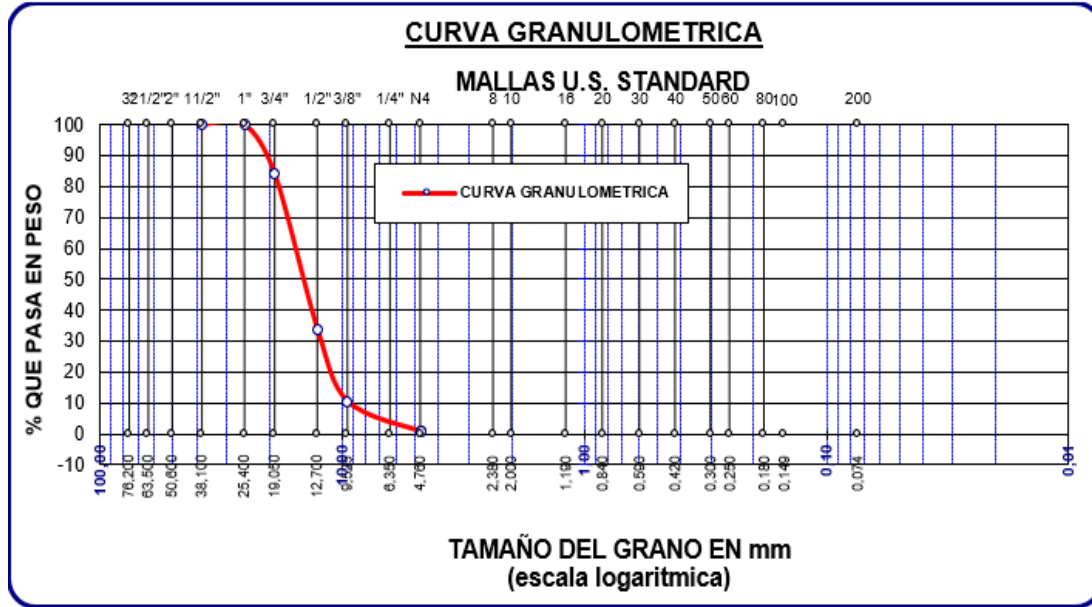
*Granulometría del agregado grueso*

Tamiz	P. retenido	% R. parcial	% R. acumulado	% pasa
2'''	0	0	0	100
1 ½''	0	0	0	100
1''	0	0	0	100
¾	824.00	16,02	16,02	83,98
½"	2585.00	50,25	66,27	33,73
3/8''	1203.00	23,39	89,66	10,34
No4	500.00	9,72	99,38	0,62
Base	32.00	0,62	100,00	0,00

Se observa que el agregado grueso tiene un tamaño máximo de 1 ½", tamaño máximo nominal de ¾" y módulo de fineza de 7.38.

**Figura 11**

*Curva granulométrica del A.G.*



- **Ladrillo triturado**

**Tabla 10**

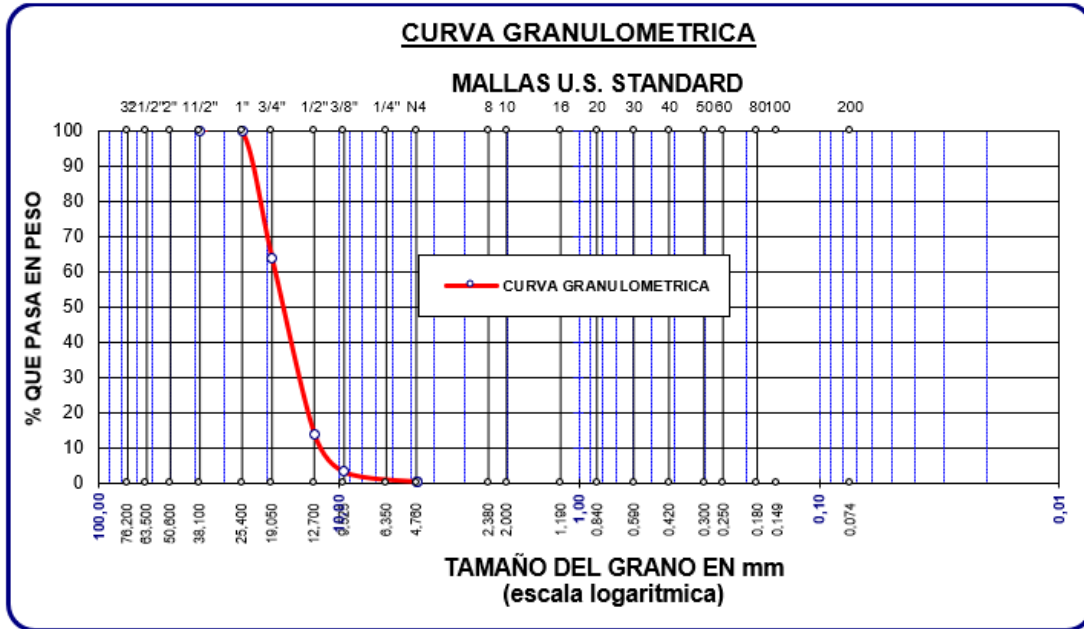
*Granulometría del ladrillo triturado como agregado grueso*

Tamiz	P. retenido	% R. parcial	% R. acumulado	% pasa
2'''	0	0	0	100
1 1/2''	0	0	0	100
1''	0	0	0	100
3/4	2145.04	36,04	36,04	63,96
1/2''	2970.09	49,90	85,94	14,06
3/8''	641.01	10,77	96,71	3,29
No4	161.70	2,72	99,43	0,57
Base	33.95	0,57	100,00	0,00

Se observa que el agregado grueso tiene un tamaño máximo de 1 1/2", tamaño máximo nominal de 3/4" y módulo de fineza de 7.14.

**Figura 12**

*Curva granulométrica del ladrillo triturado*



**B. % de humedad**

El estado natural del material (árido) determina su contenido de humedad, que cambia con el tiempo y en respuesta a factores externos. Esta cualidad es crucial porque influye en la relación agua-cemento en el diseño de la mezcla, lo que a su vez afecta a la trabajabilidad, la resistencia y otras características del hormigón. Conocer su valor permite realizar los ajustes adecuados, por lo que es fundamental hacerlo.

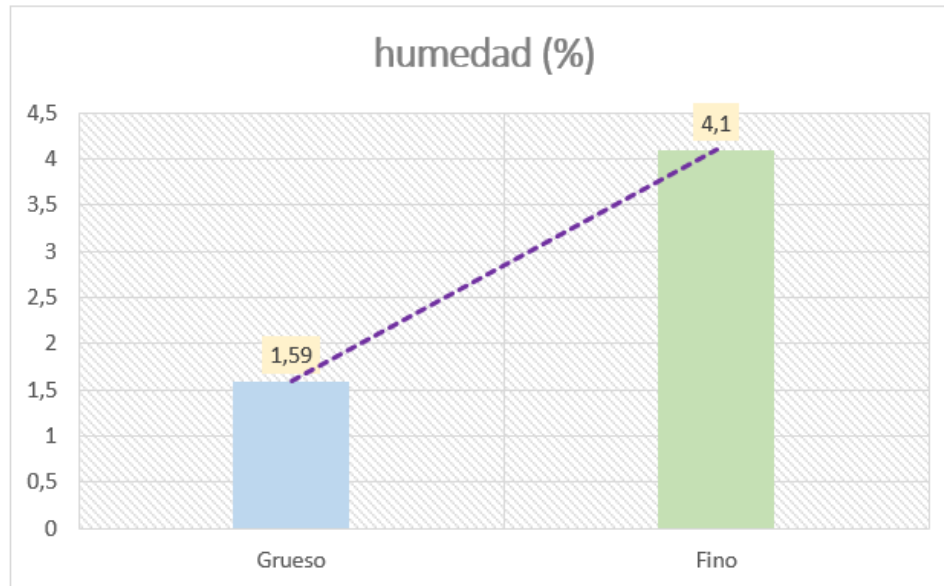
**Tabla 11**

*Resumen de datos sobre los niveles de humedad*

Ensayos	humedad (%)
Grueso	1.59
Fino	4.10

**Figura 13**

*Comparativa de contenido de humedad*



La muestra tomada de la cantera de Isla se sometió a pruebas para determinar su contenido de humedad, y los resultados revelaron que el agregado grueso contenía un 1,59 % de humedad. También se determinó que el contenido de humedad del agregado fino era del 4,10 %.

### C. Peso unitario suelto

**Tabla 12**

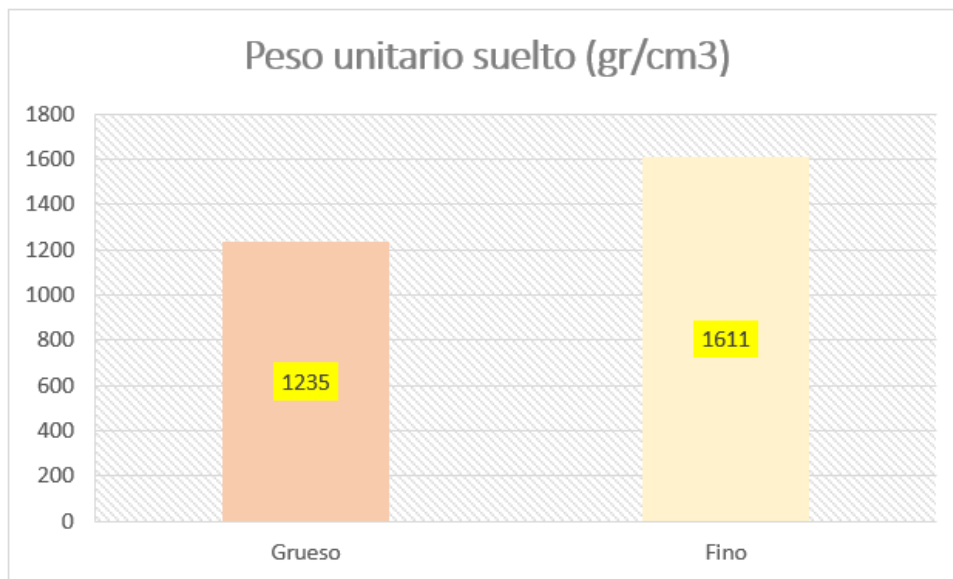
*Valores promedios del peso unitario suelto*

Ensayos	Peso unitario suelto (kg/cm <sup>3</sup> )
Grueso	1235.00
Fino	1611.00

Una vez que se realizó el ensayo a las muestras se obtuvo que el Peso Unitario Suelto seco del agregado grueso es de 1235.00 kg/cm<sup>3</sup>. También se determinó el peso unitario suelto seco del agregado fino es de 16611 Kg/cm<sup>3</sup>.

**Figura 14**

*Diagrama del peso unitario suelto*



### D. P. Unitario compactado

**Tabla 13**

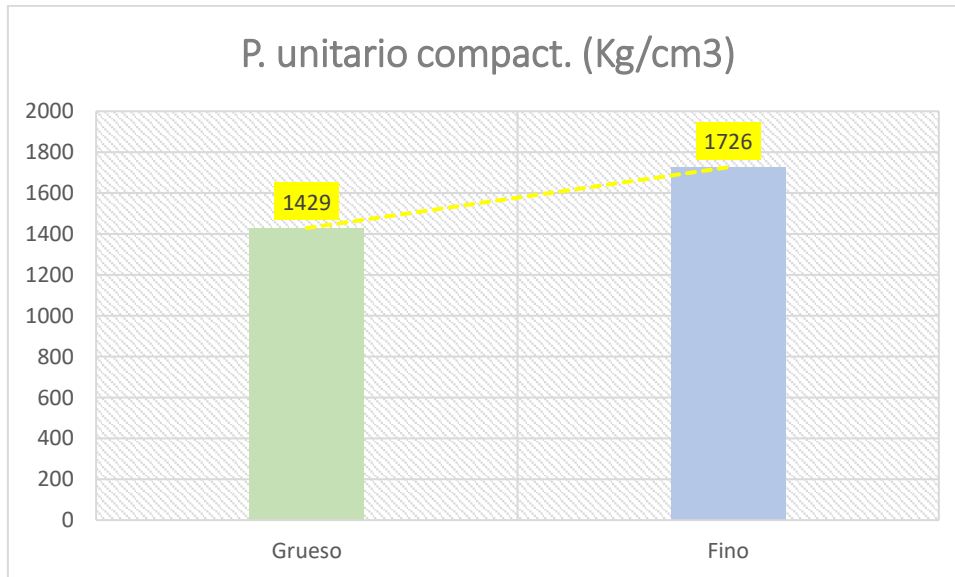
*Valores medios del peso unitario compactado*

Ensayos	P. unitario compact. (Kg/cm <sup>3</sup> )
Grueso	1429.00
Fino	1726.00

Los resultados de las pruebas mostraron que el agregado grueso tenía un peso unitario compactado en seco de 1429,0 kg/cm<sup>3</sup>. Se determinó que la gravedad específica del agregado fino, después de la compactación, era de 1726,00 kg/cm<sup>3</sup>.

**Figura 15**

*Diagrama del peso unitario compactado*



### E. Peso específico

**Tabla 14**

*Valores típicos de la gravedad específica*

Ensayos	Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )
Grueso	2.879
Fino	2.520
Ladrillo triturado	1.880

Luego de realizar el ensayo de Peso específico a la muestra de agregado grueso de la cantera se obtuvo que el específico es 2.879 gr/cm<sup>3</sup>. Y también se realizó el ensayo de Peso específico a la muestra de agregado fino de la cantera se obtuvo que el específico es 2.520 gr/cm<sup>3</sup>. Por último, se realizó el ensayo de Peso específico a la muestra de ladrillo triturado se obtuvo que el específico es 1.880 gr/cm<sup>3</sup>.

**Figura 16**

*Diagrama del peso específico*



### F. Absorción

**Tabla 15**

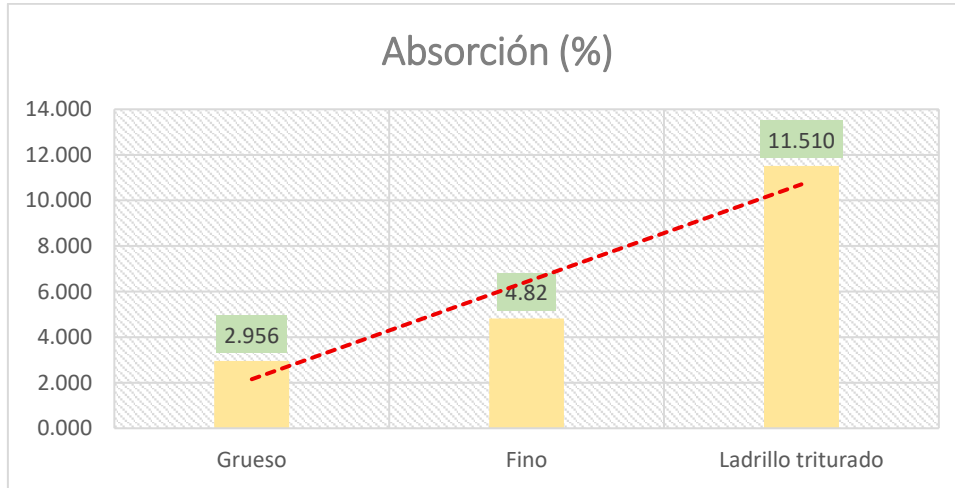
*Resumen de datos sobre los niveles de absorción*

Ensayos	Absorción (%)
Grueso	2.956
Fino	4.820
Ladrillo triturado	11.510

Luego de realizar el ensayo de absorción a la muestra de agregado grueso de la cantera se obtuvo 2.956%. Y también se realizó el ensayo de absorción a la muestra de agregado fino de la cantera se obtuvo 4.820%. Por último, se realizó el ensayo de absorción a la muestra de ladrillo triturado se obtuvo 11.510%. Se visualiza que el ladrillo triturado obtuvo mayor absorción.

**Figura 17**

*Grafica de niveles de absorción*



#### **4.1.1 Diseño de mezcla $F'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>**

El procedimiento de diseño de mezclas del Comité 211 de la ACI se basa en tablas que proporcionan valores para los distintos componentes que se utilizan en una unidad cúbica de hormigón. Al determinar la cantidad de materiales necesarios para producir una unidad cúbica de hormigón, se puede determinar la secuencia que permite la formación de una mezcla adecuada para el trabajo en cuestión, basándose en las cualidades del material. En 2007, Riva Este enfoque puede ajustarse para trabajar con hormigón de peso normal utilizando su procedimiento de selección porcentual.

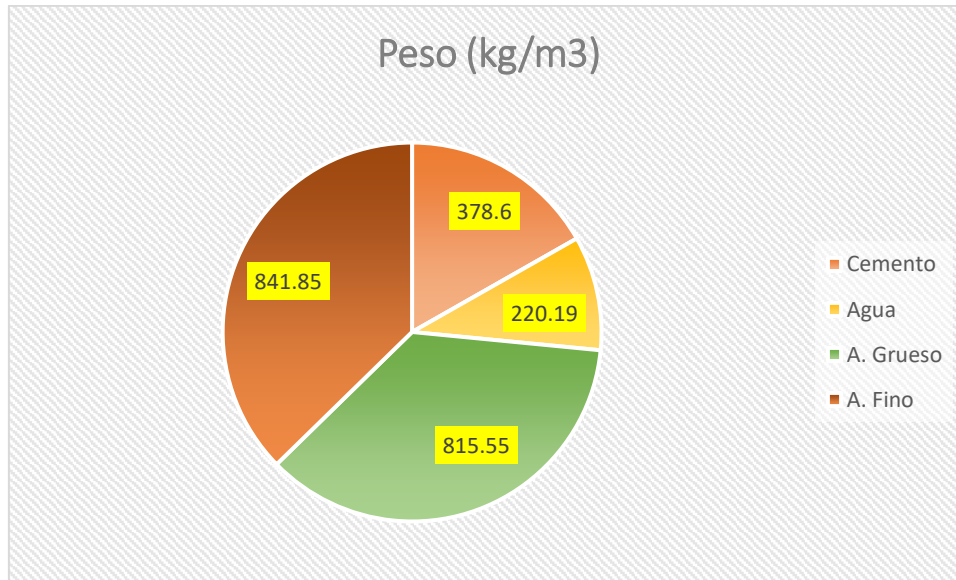
**Tabla 16**

*Cantidad de materiales por m<sup>3</sup> corregidos*

Material	Peso (kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	378.60
Agua	220.19
A. Grueso	815.55
A. Fino	841.85

**Figura 18**

*Proporciones corregidas por m<sup>3</sup>*



**Nota:** La dosificación fue realizados con los agregados de la cantera isla.

**Tabla 17**

*Masa en metros cúbicos según el diseño de la mezcla ACI*

Descripción	10% LTR	20% LTR	30% LTR
Cemento	378.60	378.60	378.60
Agr. Fino	841.85	841.85	841.85
Agr. Grueso	670.23	586.32	502.11
Agua	312.55	319.01	327.12
Agr. Grueso de ladrillo	108.63	163.05	218.56

Probamos cuatro diseños de mezcla diferentes. Todos los diseños se construyeron utilizando ladrillo triturado como agregado grueso en diferentes porcentajes; el primero era el estándar, mientras que los demás eran 10 %, 20 % y 30 %. Los diseños de mezcla necesitaban una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

### 4.1.2 Trabajabilidad del concreto

Con el fin de evaluar la trabajabilidad de la mezcla y el efecto aparente de la inclusión de ladrillos rotos, se evaluó el asentamiento utilizando un cono Abraham de conformidad con la norma ASTM C 143: La consistencia y la trabajabilidad de la mezcla pueden medirse por su asentamiento. En cuanto a la evaluación indirecta del hormigón recién mezclado.

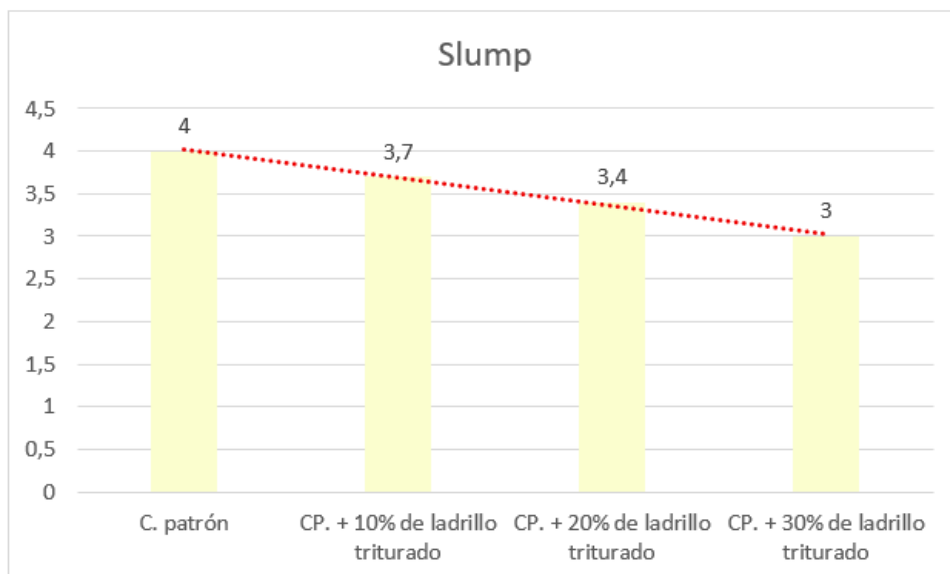
**Tabla 18**

*Asentamiento del concreto*

Muestra	Slump
C. patrón	4"
C.P. + 10% de ladrillo triturado	3.7"
C.P. + 20% de ladrillo triturado	3.4"
C.P. + 30% de ladrillo triturado	3"

**Figura 19**

*Verificación del asentamiento*



El uso de ladrillos triturados como material grueso en el hormigón reduce significativamente el asentamiento. Hay dos razones para ello. En primer lugar, las partículas son más angulares que los áridos naturales redondeados; por lo tanto, los ladrillos triturados son gruesos y totalmente angulares. La segunda razón por la que el ladrillo está seco es porque absorbe mucha agua. Se logró una reducción de tres a cuatro pulgadas en el asentamiento recogiendo agua y corrigiendo la absorción durante la investigación actual y la conferencia de testigos.

#### 4.1.3 *Análisis de la resistencia a la compresión*

Pudimos averiguar cómo cambiaba la resistencia del hormigón seco a medida que aumentaba el número de ladrillos rotos comparándola con los valores de resistencia a la compresión de las muestras de referencia tras 28 días. Cuando se prueba en condiciones secas, la resistencia a la compresión de la mayoría de las opciones es superior o equivalente al valor previsto por el modelo.

##### a. Resistencia a compresión, C.P.

**Tabla 19**

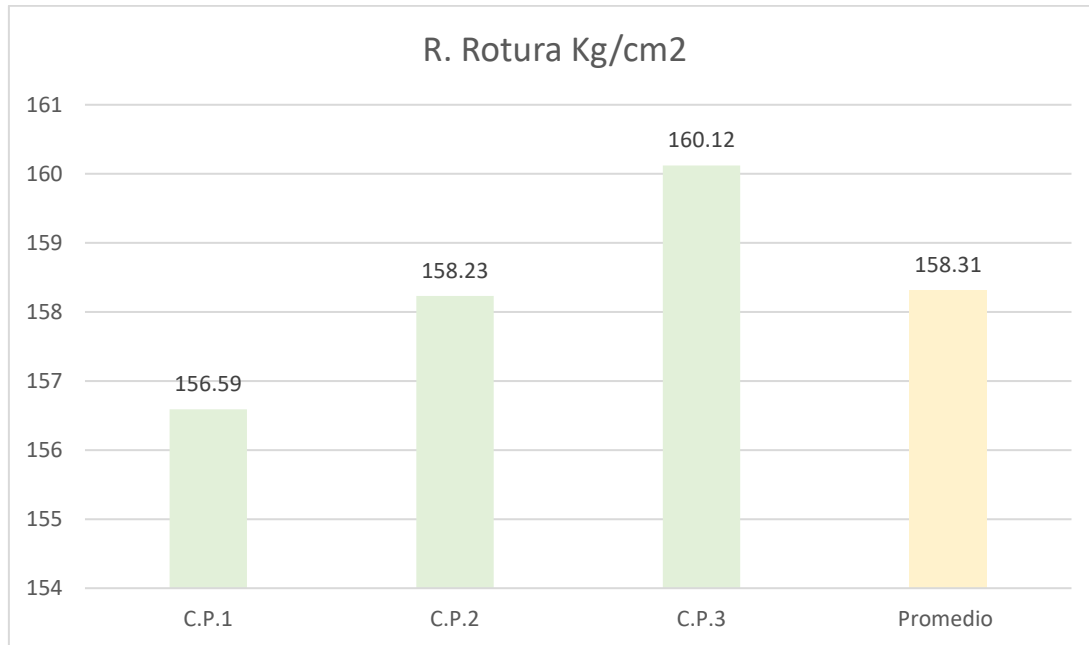
*Rotura del concreto patrón a 7 días*

Muestras	Días	R. de diseño	R. Rotura Kg/cm <sup>2</sup>
C.P.1			156.59
C.P.2	7	210	158.23
C.P.3			160.12
<b>Promedio</b>	<b>7</b>	<b>210</b>	<b>158.31</b>

*Nota.* Al séptimo día, sin la adhesividad del ladrillo King Kong triturado, la resistencia a la compresión de las muestras de ensayo se muestra en la tabla.

**Figura 20**

*Diagrama de rotura a 7 días*



El valor medio del ladrillo triturado al 0 % que sustituye al agregado grueso en hormigón endurecido con un tiempo de rotura y 7 días de curado, como se muestra en la figura 20, fue de 158,31 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 20**

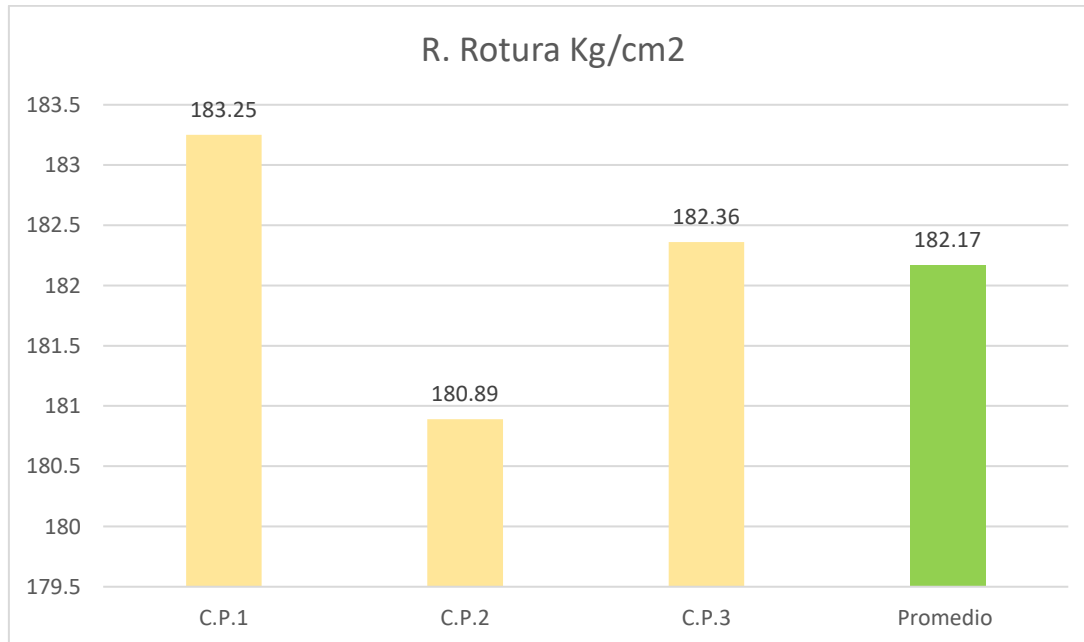
*Rotura del concreto patrón a 14 días*

Muestras	Días	R. de diseño	R. Rotura Kg/cm <sup>2</sup>
C.P.1			183.25
C.P.2	14	210	180.12
C.P.3			180.36
<b>Promedio</b>	<b>14</b>	<b>210</b>	<b>181.24</b>

*Nota.* Al catorceavo día, sin la adhesividad del ladrillo King Kong triturado, la resistencia a la compresión de las muestras de ensayo se muestra en la tabla.

### Figura 21

Diagrama de rotura a 14 días



Cabe señalar que la resistencia a la compresión a los 14 días se midió utilizando tres muestras. A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir de las muestras de referencia: 183,25 y 180,89 kg/cm<sup>2</sup> para las dos primeras, y 182,36 kg/cm<sup>2</sup> para la tercera, con un total general de 182,17 kg/cm<sup>2</sup>.

### Tabla 21

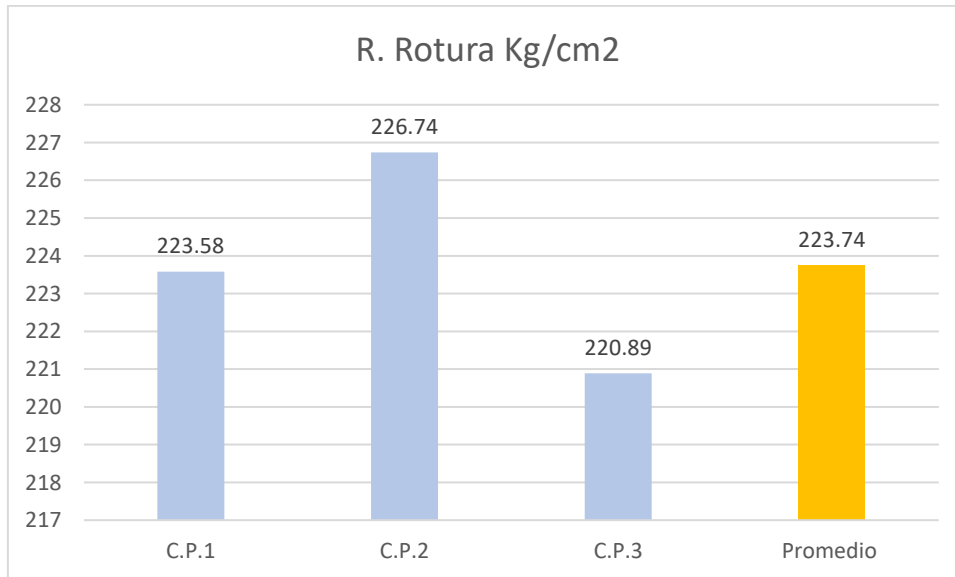
Rotura del concreto patrón a 28 días

Muestras	Días	R. de diseño	R. Rotura Kg/cm <sup>2</sup>
C.P.1			223.58
C.P.2	28	210	226.74
C.P.3			220.89
<b>Promedio</b>	<b>28</b>	<b>210</b>	<b>223.74</b>

*Nota.* Al veintiochoavo día, sin la adhesividad del ladrillo King Kong triturado, la resistencia a la compresión de las muestras de ensayo se muestra en la tabla.

**Figura 22**

*Diagrama de rotura a 28 días*



La resistencia a la compresión del material se midió utilizando tres muestras después de 28 días. Según los resultados obtenidos de estas muestras de referencia, CP1 es 223,58 kg/cm<sup>2</sup>, CP2 es 226,74 kg/cm<sup>2</sup> y CP3 es 220,89 kg/cm<sup>2</sup>. En general, es 223,74 kg/cm<sup>2</sup>.

**b. Resistencias a compresión 10% de ladrillo triturado**

**Tabla 22**

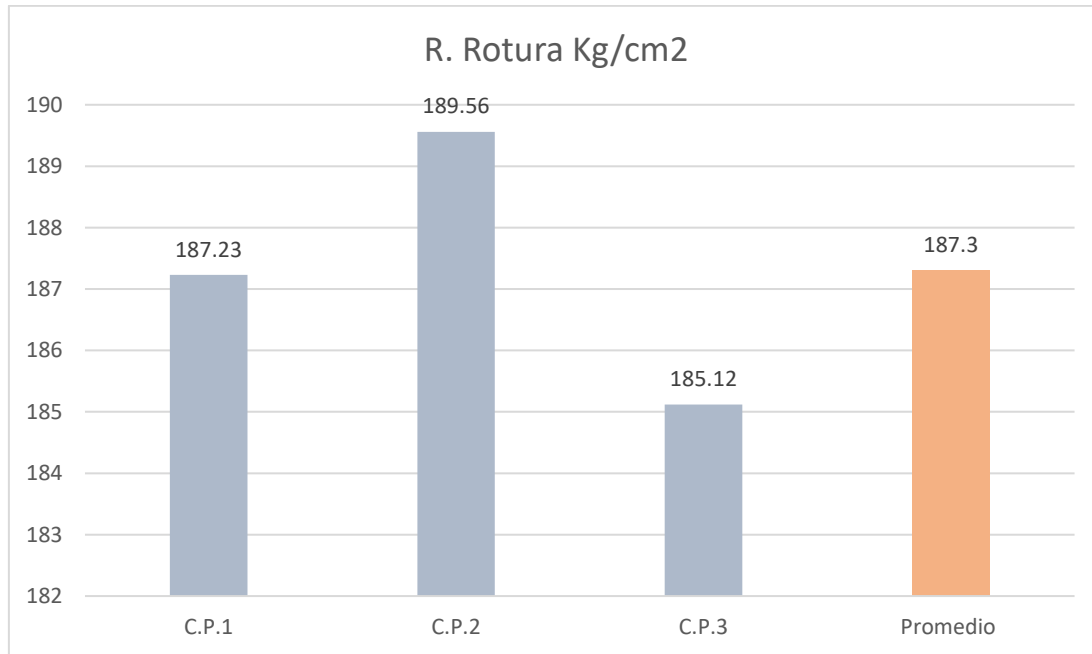
*Rotura del concreto 10% de ladrillo triturado a 7 días*

Muestras	Días	R. de diseño	R. Rotura Kg/cm <sup>2</sup>
C.P.1			187.23
C.P.2	7	210	189.56
C.P.3			185.12
<b>Promedio</b>	<b>7</b>	<b>210</b>	<b>187.30</b>

*Nota.* La resistencia a la compresión de las muestras de ensayo se muestra en la tabla cuando se sustituye el 10 % del ladrillo King Kong triturado manualmente por grava.

**Figura 23**

*Diagrama de rotura del concreto 10% de ladrillo triturado a 7 días*



Los resultados de la figura 23 demuestran que hay datos suficientes para respaldar la afirmación de que el hormigón que contiene un 10 % de ladrillo tiene una resistencia a la compresión mayor que el hormigón normal.

**Tabla 23**

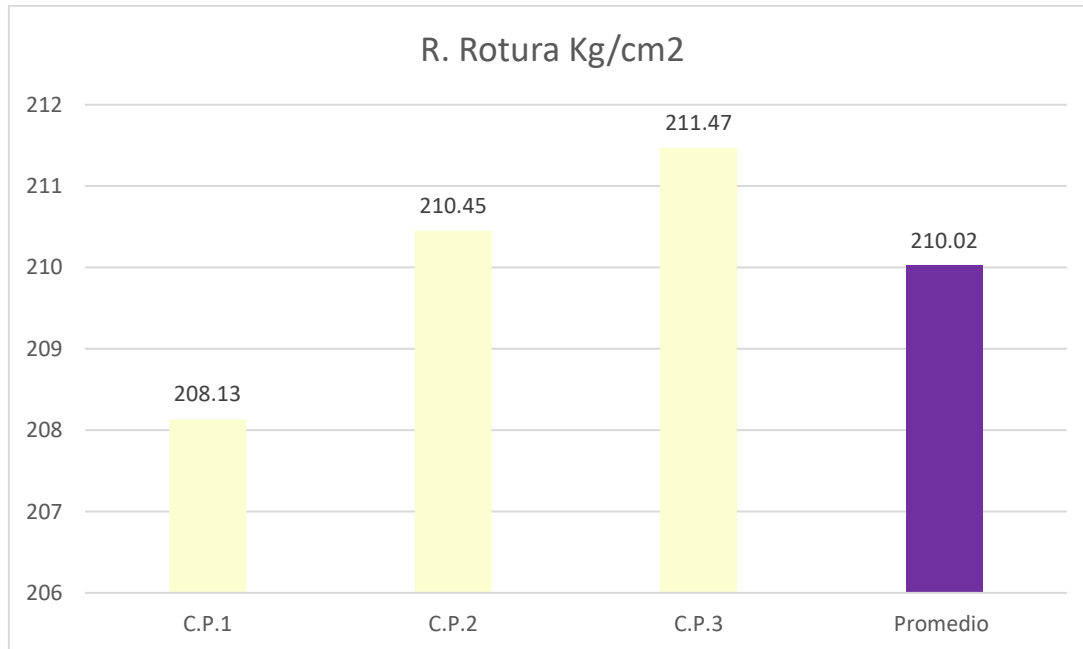
*Rotura del concreto 10% de ladrillo triturado a 14 días*

Muestras	Días	R. de diseño	R. Rotura Kg/cm2
C.P.1			208.13
C.P.2	14	210	210.45
C.P.3			211.47
<b>Promedio</b>	<b>14</b>	<b>210</b>	<b>210.02</b>

*Nota.* La resistencia a la compresión de las muestras de ensayo se muestra en la tabla cuando se sustituye el 10 % del ladrillo King Kong triturado manualmente por grava.

**Figura 24**

*Diagrama de rotura del concreto 10% de ladrillo triturado a 14 días*



Los resultados de la figura 24 demuestran que hay datos suficientes para respaldar la afirmación de que el hormigón que contiene un 10 % de ladrillo tiene una resistencia a la compresión mayor que el hormigón normal.

**Tabla 24**

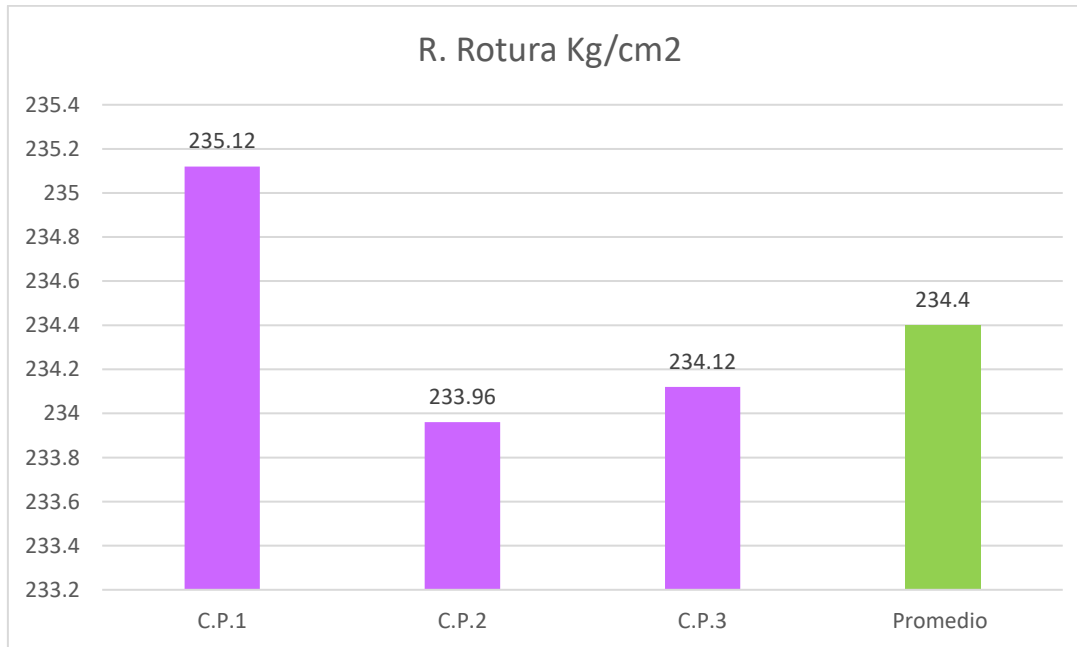
*Rotura del concreto 10% de ladrillo triturado a 28 días*

Muestras	Días	R. de diseño	R. Rotura Kg/cm2
C.P.1			235.12
C.P.2	28	210	233.96
C.P.3			234.12
<b>Promedio</b>	<b>28</b>	<b>210</b>	<b>234.40</b>

*Nota.* La resistencia a la compresión de las muestras de ensayo se muestra en la tabla cuando se sustituye el 10 % del ladrillo King Kong triturado manualmente por grava.

**Figura 25**

*Diagrama de rotura del concreto 10% de ladrillo triturado a 28 días*



Los resultados de la figura 25 demuestran que hay datos suficientes para respaldar la afirmación de que el hormigón que contiene un 10 % de ladrillo tiene una resistencia a la compresión mayor que el hormigón normal.

**c. Resistencias a compresión 20% de ladrillo triturado**

**Tabla 25**

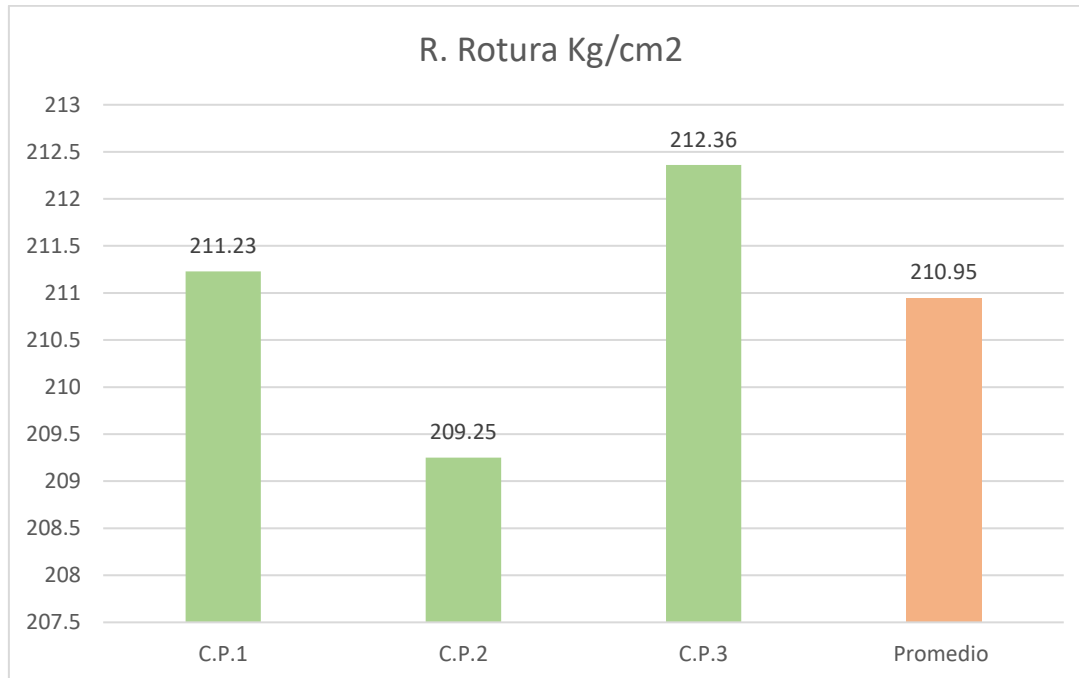
*Rotura del concreto 20% de ladrillo triturado a 7 días*

Muestras	Días	R. de diseño	R. Rotura Kg/cm2
C.P.1			211.23
C.P.2	7	210	209.25
C.P.3			212.36
<b>Promedio</b>	<b>7</b>	<b>210</b>	<b>210.95</b>

*Nota.* Las muestras de ensayo con un 20 % de ladrillos King kong triturados manualmente sustituidos indican las resistencias a la compresión en la tabla.

**Figura 26**

*Diagrama de rotura del concreto 20% de ladrillo triturado a 7 días*



La figura 26 muestra que hay pruebas suficientes para respaldar la afirmación de que el hormigón con un 20 % de ladrillos tiene una resistencia a la compresión mayor que el hormigón normal.

**Tabla 26**

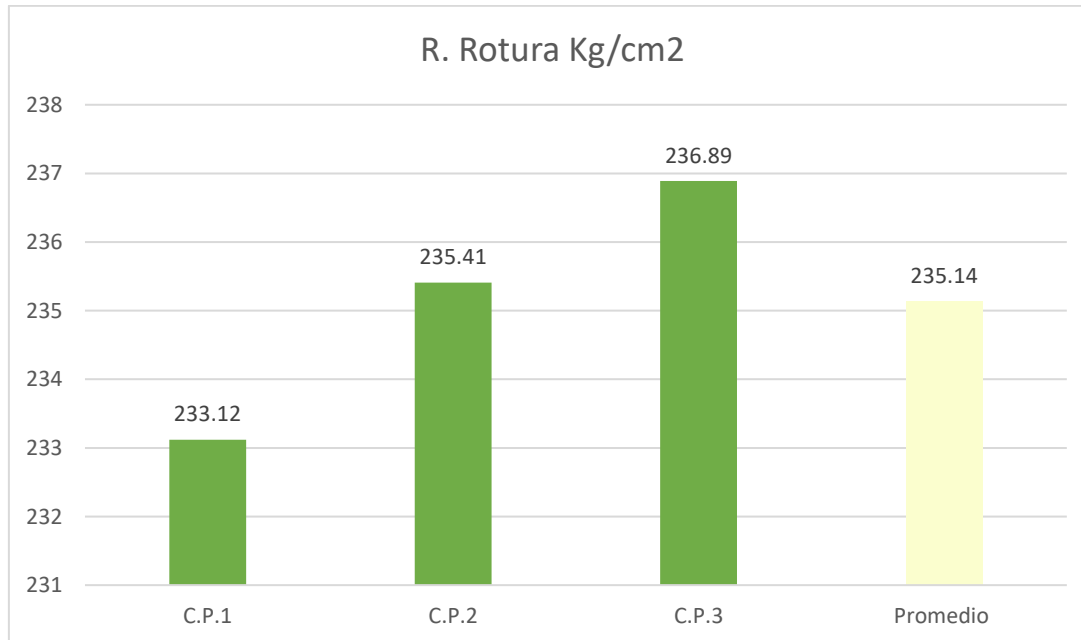
*Rotura del concreto 20% de ladrillo triturado a 14 días*

Muestras	Días	R. de diseño	R. Rotura Kg/cm2
C.P.1			233.12
C.P.2	14	210	235.41
C.P.3			236.89
<b>Promedio</b>	<b>14</b>	<b>210</b>	<b>235.14</b>

*Nota.* Las muestras de ensayo con un 20 % de ladrillos King kong triturados manualmente sustituidos indican las resistencias a la compresión en la tabla.

**Figura 27**

Diagrama de rotura del concreto 20% de ladrillo triturado a 14 días



La figura 27 muestra que hay pruebas suficientes para respaldar la afirmación de que el hormigón con un 20 % de ladrillos tiene una resistencia a la compresión mayor que el hormigón normal.

**Tabla 27**

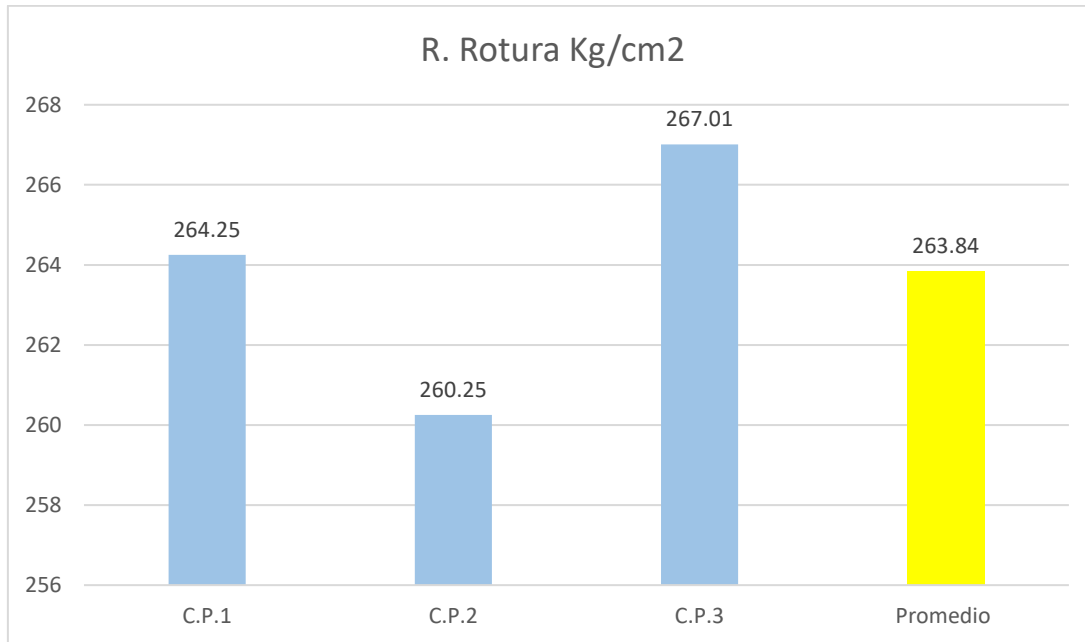
Rotura del concreto 20% de ladrillo triturado a 28 días

Muestras	Días	R. de diseño	R. Rotura Kg/cm <sup>2</sup>
C.P.1			264.25
C.P.2	28	210	260.25
C.P.3			267.01
<b>Promedio</b>	<b>28</b>	<b>210</b>	<b>263.84</b>

*Nota.* Las muestras de ensayo con un 20 % de ladrillos King kong triturados manualmente sustituidos indican las resistencias a la compresión en la tabla.

**Figura 28**

*Diagrama de rotura del concreto 20% de ladrillo triturado a 28 días*



La figura 28 muestra que hay pruebas suficientes para respaldar la afirmación de que el hormigón con un 20 % de ladrillos tiene una resistencia a la compresión mayor que el hormigón normal.

**d. Resistencias a compresión 30% de ladrillo triturado**

**Tabla 28**

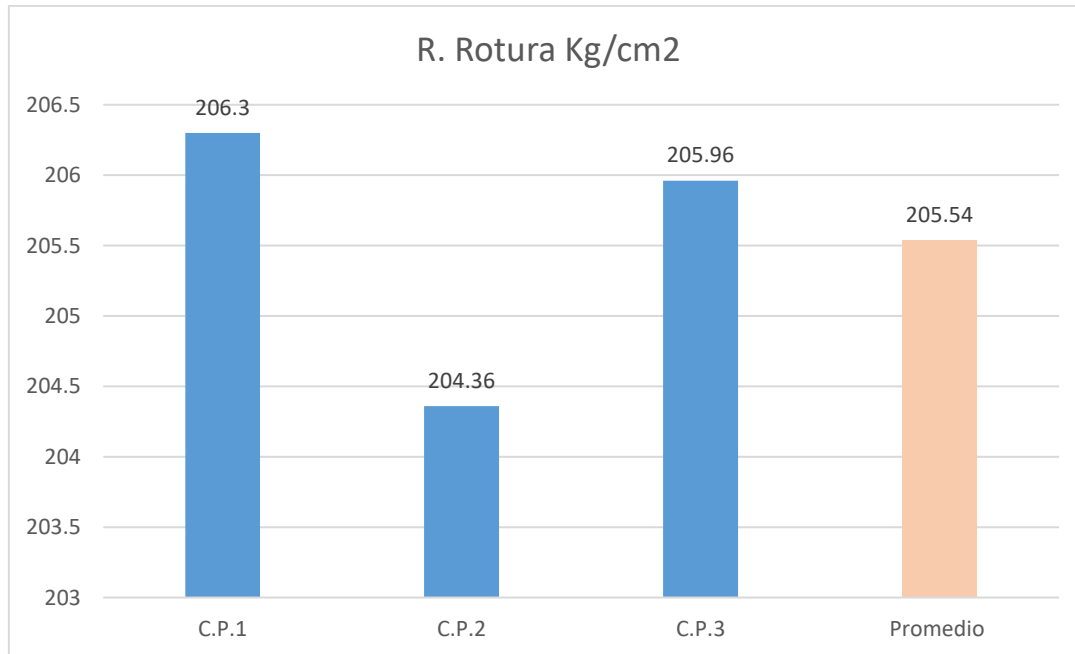
*Rotura del concreto 30% de ladrillo triturado a 7 días*

Muestras	Días	R. de diseño	R. Rotura Kg/cm2
C.P.1			206.30
C.P.2	7	210	204.36
C.P.3			205.96
<b>Promedio</b>	<b>7</b>	<b>210</b>	<b>205.54</b>

*Nota.* La resistencia a la compresión de las muestras de ensayo se muestra en la tabla. Se utilizó grava para sustituir el 30 % del ladrillo King Kong triturado.

**Figura 29**

*Diagrama de rotura del concreto 30% de ladrillo triturado a 7 días*



La figura 29 muestra que hay pruebas suficientes para respaldar la afirmación de que el hormigón con un 30 % de ladrillos tiene una resistencia a la compresión mayor que el hormigón normal.

**Tabla 29**

*Rotura del concreto 30% de ladrillo triturado a 14 días*

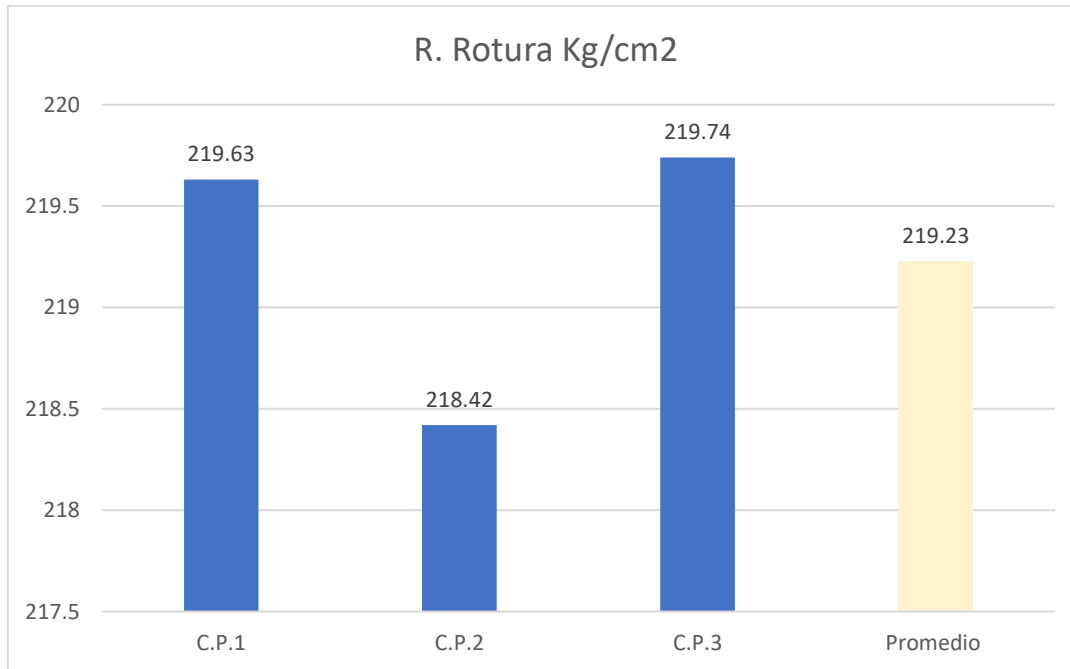
Muestras	Días	R. de diseño	R. Rotura Kg/cm2
C.P.1			219.63
C.P.2	14	210	218.42
C.P.3			219.74
<b>Promedio</b>	<b>14</b>	<b>210</b>	<b>219.23</b>

*Nota.* En la tabla se pueden ver las resistencias a la compresión de las muestras de ensayo.

El ladrillo King Kong triturado se sustituyó por grava en un 30 %.

**Figura 30**

*Diagrama de rotura del concreto 30% de ladrillo triturado a 14 días*



La figura 30 muestra que hay pruebas suficientes para respaldar la afirmación de que el hormigón con un 30 % de ladrillos tiene una resistencia a la compresión mayor que el hormigón normal.

**Tabla 30**

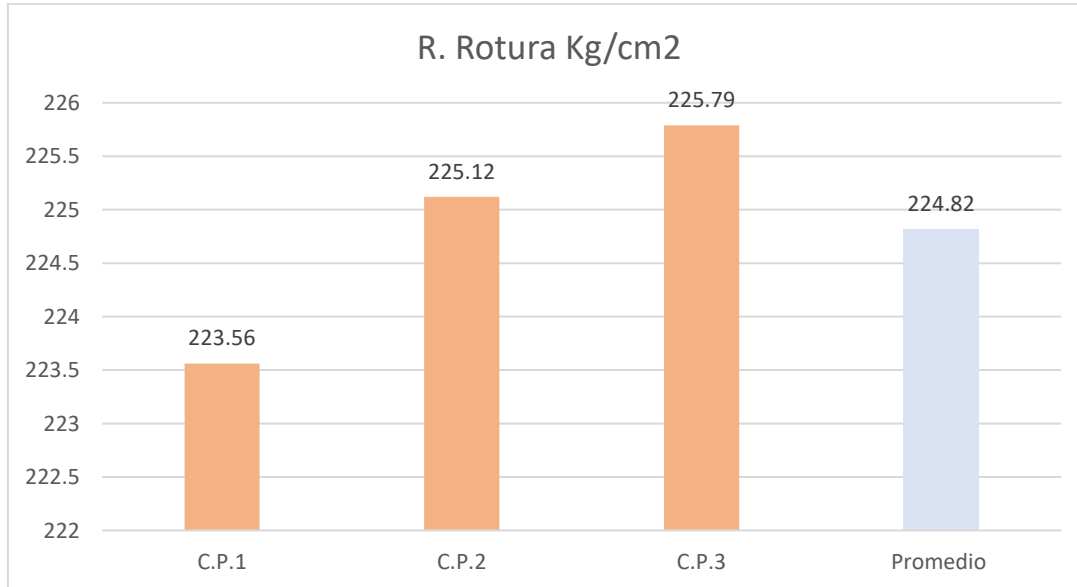
*Rotura del concreto 30% de ladrillo triturado a 28 días*

Muestras	Días	R. de diseño	R. Rotura Kg/cm2
C.P.1			223.56
C.P.2	28	210	225.12
C.P.3			225.79
<b>Promedio</b>	<b>28</b>	<b>210</b>	<b>224.82</b>

*Nota.* La resistencia a la compresión de las muestras de ensayo se muestra en la tabla. Se utilizó grava para sustituir el 30 % del ladrillo King Kong triturado.

**Figura 31**

*Diagrama de rotura del concreto 30% de ladrillo triturado a 28 días*



La figura 28 muestra que hay pruebas suficientes para respaldar la afirmación de que el hormigón con un 30 % de ladrillos tiene una resistencia a la compresión mayor que el hormigón normal.

#### 4.1.4 Estudio de los datos de resistencia media a la compresión

**Tabla 31**

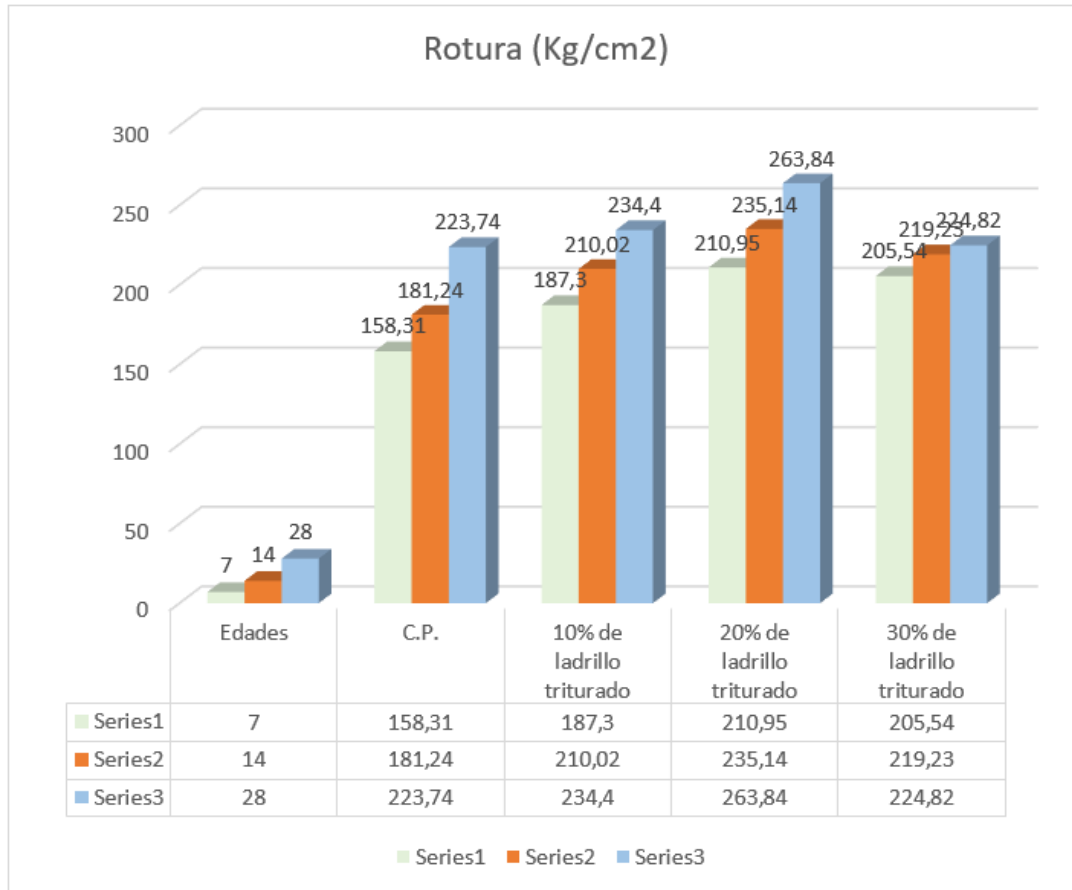
*Resumen promedio de rotura*

Edades	C.P.	Rotura (Kg/cm2)		
		10% de ladrillo triturado	20% de ladrillo triturado	30% de ladrillo triturado
7	158.31	187.30	210.95	205.54
14	181.24	210.02	235.14	219.23
28	223.74	234.40	263.84	224.82

Nota: La siguiente tabla muestra las mejores resistencias a la compresión de los núcleos con sustitución manual de ladrillos King Kong por grava.

**Figura 32**

*Las cifras promedio de la resistencia media a la compresión*



Como se muestra en la figura 32. Tras 28 días de rotura y curado, descubrimos que el uso de un 20 % de ladrillo triturado como árido producía un valor óptimo de 263,84 kg/cm<sup>2</sup>, superior a los 223,74 kg/cm<sup>2</sup> obtenidos con hormigón estándar.

**4.2 Discusión**

El objetivo de esta investigación era averiguar si el uso de ladrillos King Kong triturados como áridos gruesos podía aumentar la resistencia a la compresión del hormigón. Los resultados mostraron que el uso de ladrillos King Kong triturados como sustituto parcial de los áridos gruesos en el diseño de la mezcla reduce en realidad la



resistencia a la compresión del hormigón endurecido. Esto se debe a que las propiedades de los ladrillos de arcilla no sustituyen completamente a las de los áridos gruesos.

Parte del estudio en curso consiste en interpretar los resultados del laboratorio. Los componentes de este estudio incluyeron agua, cemento Portland, ladrillos triturados reciclados de la fábrica de ladrillos de Arequipa, áridos finos y áridos gruesos de la cantera de Isla.

Esta tabla muestra los porcentajes de arena y piedra necesarios para fabricar hormigón normal según la técnica de diseño de la mezcla de ACI. Utilizamos el peso para determinar la proporción de ladrillos que se debía incluir.

Tanto el hormigón normal como las variaciones del mismo elaboradas con diferentes porcentajes de residuos de piedra triturada reciclada y ladrillos se procesan utilizando el mismo diseño de mezcla.

Para el proceso de curado se utilizan temperaturas entre 10 y 13 grados centígrados. Tenga en cuenta que esta temperatura refleja las temperaturas típicas del aire y el agua en nuestra zona.

Una mezcla de hormigón diseñada para alcanzar una consistencia de 3 a 4 pulgadas (hormigón trabajable), lo que da como resultado una consistencia similar al plástico. Hay que tener en cuenta que la adición de diferentes porcentajes dio como resultado diferentes proporciones de agua.

Mediante el uso del cono de Abrahams, ASTM C 143, se evaluó la trabajabilidad de las mezclas convencionales y de ladrillos reciclados.



Según los datos proporcionados por el laboratorio que realizó las pruebas de rotura, se observó que al aumentar la proporción de ladrillo triturado húmedo al 20 % del agregado grueso después de 28 días, la resistencia a la compresión aumentó significativamente hasta alcanzar los 263,84 kg/cm<sup>2</sup>. En comparación, el hormigón estándar alcanzó los 223,74 kg/cm<sup>2</sup> y el resultado más bajo fue de 224,82 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.



## CONCLUSIONES

Con el fin de evaluar los criterios necesarios para la categorización de los áridos (granularidad), esta investigación verificó que el rendimiento de los ladrillos cocidos a mano cumplía con las directrices y normas para la producción de áridos para hormigón. En el caso de los áridos, estas normas se describen en la NTP 400.037.

La mezcla de hormigón que contiene ladrillos cocidos en exceso triturados se diseñó utilizando varias investigaciones como referencia. Según los resultados, tanto la mezcla normal como la mezcla que contiene ladrillos cocidos en exceso son menos costosas que el hormigón normal.

Las pruebas revelaron la trabajabilidad, y el uso del bloque mientras estaba seco confirmó que esta disminuye. Cuando los ladrillos están secos, reducen la relación agua-cemento, lo que aumenta su resistencia. La trabajabilidad del nuevo hormigón cambió cuando se utilizó ladrillo triturado reciclado como alternativa, lo que condujo a un menor asentamiento. Se trabajó para obtener asentamientos de 3 a 4 pulgadas, lo que hizo que el hormigón fuera flexible y manejable, por lo que se procedió de esa manera. Se utilizan diversas cantidades de agua, lo que provoca este efecto.

Los resultados experimentales que muestran una resistencia a la compresión de  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y otras cualidades mecánicas deseables en el hormigón indican que el material mineral grueso, cuando se utiliza en lugar de ciertos ladrillos, mejora el rendimiento del material. Se demostró que el mejor agregado grueso se producía con una proporción de mezcla que oscilaba entre el 10 % y el 30 % de sustitución. La norma 400.037 establece que el porcentaje de desgaste de los materiales mezclados es inferior al 50 %, lo que es relevante para los resultados obtenidos. Además, hay que tener cuidado



de trabajar el hormigón hasta conseguir una consistencia flexible y manejable, con el objetivo de obtener un asentamiento de 3 a 4, si es posible. Esto garantizará la trabajabilidad.



## RECOMENDACIONES

Las futuras investigaciones sobre este tema, cuyo objetivo es aumentar la resistencia a la compresión del hormigón utilizando ladrillos de arcilla triturados como sustituto parcial del agregado grueso, no deberían utilizar más de la mitad del agregado grueso en peso.

Los investigadores que realicen estudios futuros sobre el mismo tema que este (aumentar la resistencia a la compresión del hormigón sustituyendo parcialmente los áridos gruesos por ladrillos de arcilla triturados) deben prestar mucha atención a los detalles de los ensayos de laboratorio, especialmente en lo que se refiere a la mezcla del hormigón.

La resistencia a la compresión es solo una de las varias propiedades del hormigón que deben estudiarse en futuros estudios relacionados con este tema. Otras son la resistencia a la tracción y a la flexión, la resistencia a la temperatura y a la erosión, entre otras.

Dado que el hormigón es un componente esencial de los proyectos de ingeniería civil, se deberían realizar estudios adicionales al respecto. Estas investigaciones permitirán encontrar usos alternativos para el hormigón que proporcionen o incluso mejoren las cualidades del hormigón tradicional.



## BIBLIOGRAFIA

Abanto, F. (2015). Tecnología del concreto. Lima, Perú: Edit: San Marcos.

ACI 211.1-91 (1997): Standard Practice for Selecting Proportions for Normal Heavyweight, and Mass Concrete.

AASHTO C-39 (2002): Standard Method of Test for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens (ASTM C39/C39 M-18).

AASHTO T-133 (2003): Standard Method of Test for Density of Hydraulic Cement.

ASTM C-39 (2002): Standard Method of Test for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

ASTM C188-95 (2003): Standard Method of Test for Density of Hydraulic Cement. Apebo, M., Etman, Z., Afify, M., y Salem, M. (2014). Bond Strength of Concrete Containing Different Recycled Coarse Aggregates. Concrete Research Letters, 6(2), 93-111. Doi: [www. Crl.issres.net](http://www.Crl.issres.net).

Abanto Castillo, F. (2017). Tecnología del concreto (Teoría y problemas) Lima: San Marcos.

Ayquipa, L. (2021). Influencia de los métodos de curados con mucílagos naturales en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en Abancay, 2019. Universidad Tecnológica de los Andes, Abancay.



Calderón, E. (2021). Control de fisuras por contracción plástica en concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en losas aligeradas con ceniza de hueso de pescado – Huarochirí. Universidad Cesar Vallejo.

Comité ACI 224. Causas, evaluación y reparación de fisuras en estructuras de hormigón.

Enrique Pasquel Carbajal (1998-1999). Tópicos de tecnología del concreto en el Perú, segunda Edición.

E-060. Norma técnica de edificación e.060 concreto armado, (2009).

Hernández Sampieri Roberto, Metodología de la investigación, sexta edición.

Huamán, R. C. (2017). “Curso – Taller Tecnología del Concreto” Tema III: Materiales para Producir Concreto.

Moreno, L., Ospina, M., y Rodríguez, K. (2018). Resistencia de concreto con agregado de bloque de arcilla triturado como reemplazo del agregado grueso. *Ingeniare*, 27(4), 635-642. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000400635>.

Mounir, M., Zeinab, A., Mohamed, R., y Mahmoud, M. (2015). Strength of the concrete joint containing different recycled coarse aggregates. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 1(5), 371-382.

NTP 339.034:2008. HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.

NTP 339.185:2013. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.



NTP 400.012:2013. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

NTP 400.017:2011. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.

NTP 400.018:2002. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75  $\mu\text{m}$  (N°200) por lavado en agregados.

NTP 400.021:2002. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.

NTP 400.022:2002. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. Pérez, A. (2012). Uso de triturado de ladrillo reciclado como agregado grueso en la elaboración de concreto. *Ingenium*, 13(26), 116-125. <https://doi.org/10.21500/01247492.1287>.



# ANEXOS



## ANEXO 01

### MATRIZ DE CONSISTENCIA



TÍTULO: ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p><b>Pregunta general:</b></p> <p>¿Cómo será el análisis de la resistencia a la compresión del concreto con la adición de ladrillo King kong triturado como agregado grueso en la provincia de San Román?</p> <p><b>Preguntas específicas:</b></p> <p>¿Cómo es el diseño de mezclas del concreto con la adición de ladrillo King kong triturado como agregado grueso en la provincia de San Román?</p> <p>¿Cuál es la trabajabilidad del concreto con la adición de ladrillo King kong triturado como agregado grueso en la provincia de San Román?</p> <p>¿Cuál es la resistencia a compresión del concreto con la adición de ladrillo King kong triturado como agregado grueso en la provincia de San Román?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar el análisis de la resistencia a la compresión del concreto con la adición de ladrillo King kong triturado como agregado grueso en la provincia de San Román.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>Determinar el diseño de mezclas del concreto con la adición de ladrillo King kong triturado como agregado grueso en la provincia de San Román.</p> <p>Analizar la trabajabilidad del concreto con la adición de ladrillo King kong triturado como agregado grueso en la provincia de San Román.</p> <p>Analizar la resistencia a compresión del concreto con la adición de ladrillo King kong triturado como agregado grueso en la provincia de San Román.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>El uso de ladrillo triturado King Kong como agregado grueso favorece la resistencia a la compresión del concreto.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p>El diseño mezclas del concreto con la adición de ladrillo King kong triturado como agregado grueso es positivo.</p> <p>La adición de ladrillo King kong triturado favorece en la trabajabilidad del concreto.</p> <p>La adición de ladrillo King kong triturado favorece favorece en la resistencia a la compresión del concreto.</p>	<p><b>Variable independiente:</b></p> <p>Ladrillo King kong triturado</p> <p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Resistencia a la compresión</p>	<p>-Dosificación</p> <p>-Ensayo a compresión</p>	<p><b>Tipo:</b> Cuasiexperimental</p> <p><b>Diseño:</b> Experimental</p> <p><b>Metodología:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Población:</b> Los componentes se obtienen a partir de ladrillos triturados añadidos a mezclas de hormigón en proporciones del 0 %, 10 %, 20 % y 30 %. En esta investigación se utilizó ladrillo triturado como sustituto del árido grueso.</p> <p><b>Muestra:</b> Se utilizaron los patrones y dosis normales de ladrillos triturados de 0 %, 10 %, 20 % y 30 %, con una resistencia de <math>F'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math>. A los 7, 14 y 28 días, para medir la resistencia que podría alcanzar este diseño de mezcla</p>



## **ANEXO 02**

### **ENSAYOS DE LABORATORIO**

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

#### ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D42216 - D2216 - D427 - D2487)

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE** : Bach. HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA

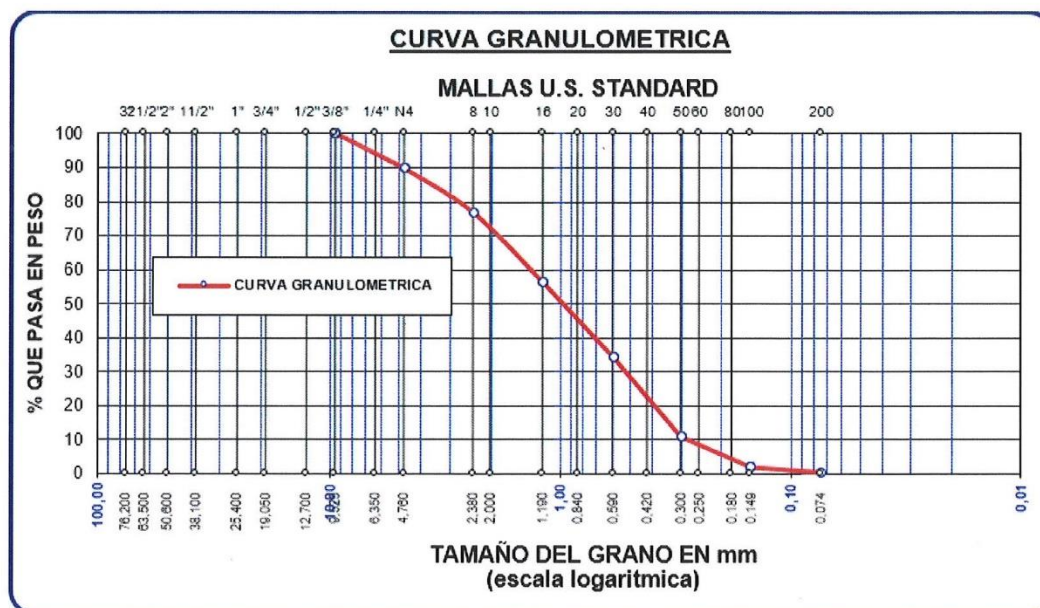
**UBICACIÓN** : Laboratorio de mecánica de suelos de la UANCV

**CANTERA** : Isla – Comunidad de Isla a una distancia total de 7.5 Km de la ciudad de Juliaca, recorrido de 25 a 30 min lado Oeste de Juliaca

**FECHA** : 14 de Octubre del 2024

#### AGREGADO FINO

Tamiz	P. retenido	% R. parcial	% R. acumulado	% pasa
3/8	0	0	0	100.00
No4	107.11	10.15	10.15	89.85
No8	136.24	12.91	23.06	76.94
No16	215.03	20.38	43.44	56.56
No30	233.14	22.10	65.54	34.46
No 50	247.09	23.42	88.96	11.04
No100	94.21	8.93	97.89	2.11
No200	15.50	1.47	99.36	0.64
Base	6.78	0.64	100.00	0.00



**Nota:** las muestras fueron puestas por el solicitante.

UANCV - FICP  
 CAP. INGENIERÍA CIVIL

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

#### ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D42216 - D2216 - D427 - D2487)

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE** : Bach. HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA

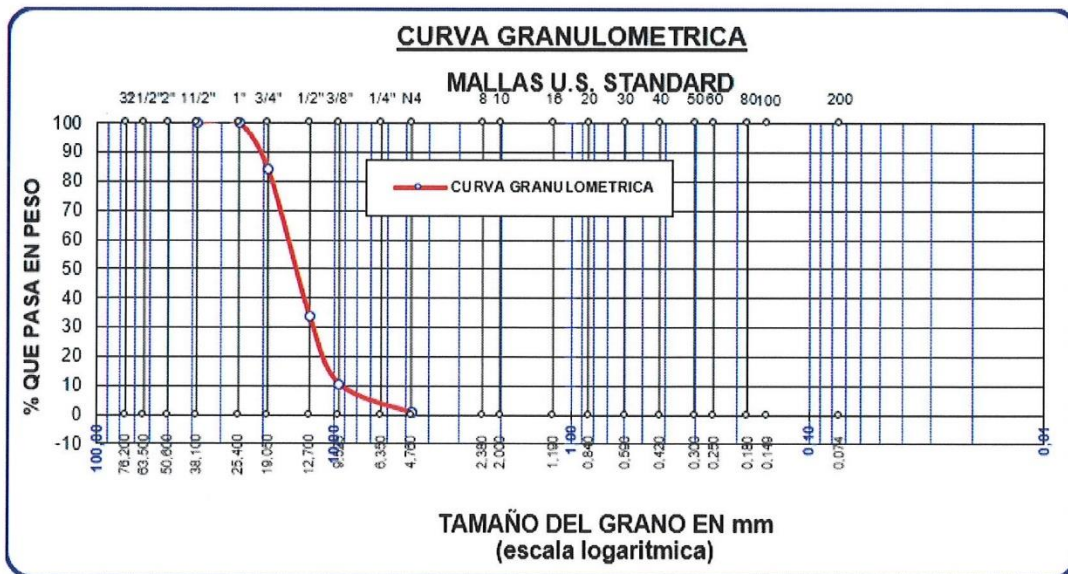
**UBICACIÓN** : Laboratorio de mecánica de suelos de la UANCV

**CANTERA** : Isla – Comunidad de Isla a una distancia total de 7.5 Km de la ciudad de Juliaca, recorrido de 25 a 30 min lado Oeste de Juliaca

**FECHA** : 14 de Octubre del 2024

#### **AGREGADO GRUESO**

Tamiz	mm	P. retenido (gr)	% R. parcial	% R. acumulado	% pasa
2'''	0	0	0	0	100
1 ½"	38.100	0	0	0	100
1"	25.400	0	0	0	100
¾"	19.050	1659.03	23.70	23.70	76.30
½"	12.700	4032.4	57.61	81.31	18.69
¾"	9.525	938.01	13.40	94.71	5.29
No4	4.760	290.11	4.14	98.85	1.15
No8	2.380	0	0	98.85	1.15



**Nota:** las muestras fueron puestas por el solicitante.

UANCV - FICP  
 CAP. INGENIERIA CIVIL  
 Ing. ROLANDO VENTURA TORRES  
 2024-10-17

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

#### ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D42216 - D2216 - D427 - D2487)

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE** : Bach. HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA

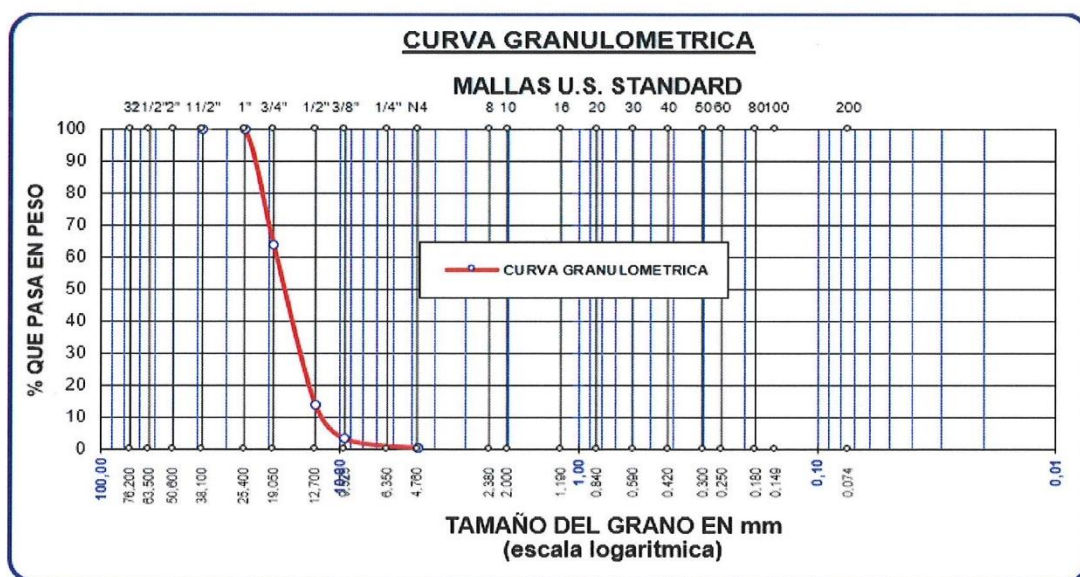
**UBICACIÓN** : Laboratorio de mecánica de suelos de la UANCV

**CANTERA** : Isla – Comunidad de Isla a una distancia total de 7.5 Km de la ciudad de Juliaca, recorrido de 25 a 30 min lado Oeste de Juliaca

**FECHA** : 14 de Octubre del 2024

### GRANULOMETRÍA DEL LADRILLO COMO AGREGADO GRUESO

Tamiz	P. retenido	% R. parcial	% R. acumulado	% pasa
2"	0	0	0	100
1 1/2"	0	0	0	100
1"	0	0	0	100
3/4"	2145.04	36,04	36,04	63,96
1/2"	2970.09	49,90	85,94	14,06
3/8"	641.01	10,77	96,71	3,29
No4	161.70	2,72	99,43	0,57
Base	33.95	0,57	100,00	0,00



**Nota:** las muestras fueron puestas por el solicitante.

UANCV - FICP  
 CAP. INGENIERIA CIVIL

### CONTENIDO DE HUMEDAD Y ABSORCIÓN (ASTM D2216)

#### ASTM D-2216 MTC E 108-2000

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

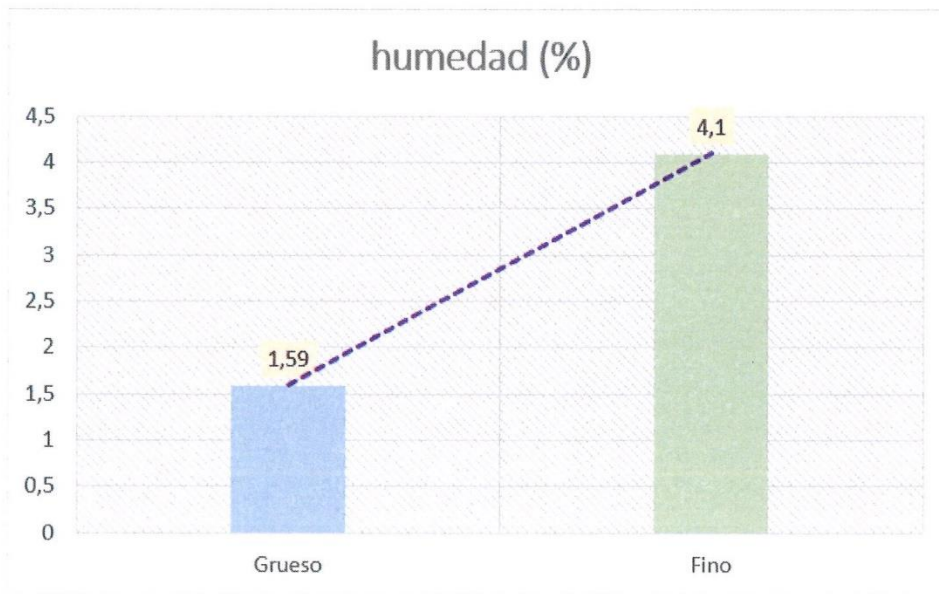
**SOLICITANTE** : Bach. HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA

**UBICACIÓN** : Laboratorio de mecánica de suelos de la UANCV

**CANTERA** : Isla – Comunidad de Isla a una distancia total de 7.5 Km de la ciudad de Juliaca, recorrido de 25 a 30 min lado Oeste de Juliaca

**FECHA** : 14 de Octubre del 2024

Ensayos	Humedad (%)
Grueso	1.59
Fino	4.10



UANCV - FICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
 Mg. ARMINIO JUVANA TORRES  
 D.N.I. 103227

**Nota:** las muestras fueron puestas por el solicitante.



## PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

### ASTM C29/C29M NTP 400.017

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE** : Bach. HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA

**UBICACIÓN** : Laboratorio de mecánica de suelos de la UANCV

**CANTERA** : Isla – Comunidad de Isla a una distancia total de 7.5 Km de la ciudad de Juliaca, recorrido de 25 a 30 min lado Oeste de Juliaca

**FECHA** : 14 de Octubre del 2024

### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayos	Peso unitario suelto (kg/cm <sup>3</sup> )
Grueso	1235.00
Fino	1611.00

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayos	Peso unitario compactado (Kg/cm <sup>3</sup> )
Grueso	1429.00
Fino	1726.00


 UANCV - FICP  
 CAP. INGENIERÍA CIVIL  
 Ing. ARIBERTO WATTORRES  
 DNP 165-27

**Nota:** las muestras fueron puestas por el solicitante.

## PESO ESPECÍFICO

### ASTM C127 NTP 400.022 NTP 400.021

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

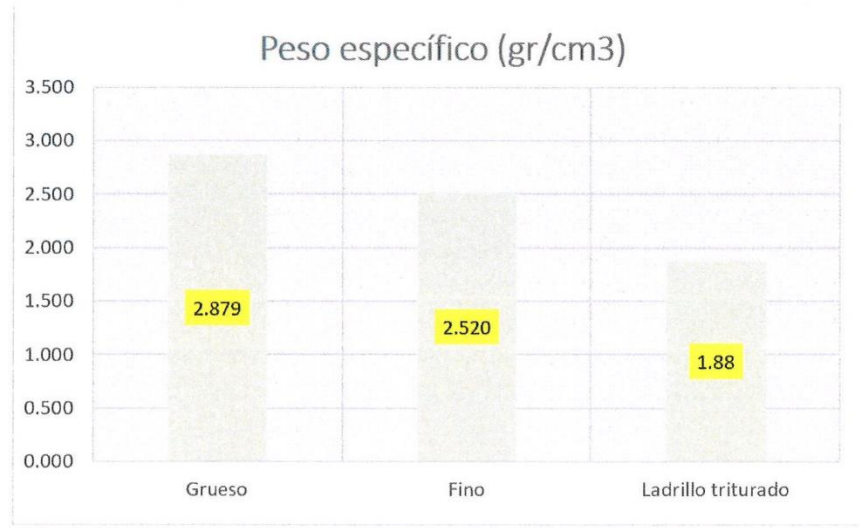
**SOLICITANTE** : Bach. HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA

**UBICACIÓN** : Laboratorio de mecánica de suelos de la UANCV

**CANTERA** : Isla – Comunidad de Isla a una distancia total de 7.5 Km de la ciudad de Juliaca, recorrido de 25 a 30 min lado Oeste de Juliaca

**FECHA** : 14 de Octubre del 2024

Ensayos	Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )
Grueso	2.879
Fino	2.520
Ladrillo triturado	1.880



UANCV - FICP  
CAP INGENIERIA CIVIL

Mg. ARIMA L. YANAZORRES  
CAP 100297



**Nota:** las muestras fueron puestas por el solicitante.

## ABSORCIÓN

### ASTM C127 ASTM C128 NTP 400.021 NTP 400.022

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

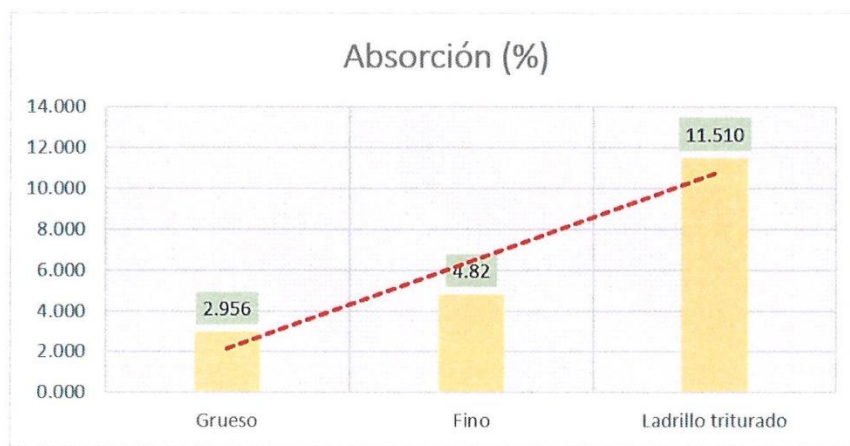
**SOLICITANTE** : Bach. HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA

**UBICACIÓN** : Laboratorio de mecánica de suelos de la UANCV

**CANTERA** : Isla – Comunidad de Isla a una distancia total de 7.5 Km de la ciudad de Juliaca, recorrido de 25 a 30 min lado Oeste de Juliaca

**FECHA** : 14 de Octubre del 2024

Ensayos	Absorción (%)
Grueso	2.956
Fino	4.820
Ladrillo triturado	11.510




 UANCV - PFCP  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
 Ing. HIRSHAL J. VENTURA TORRES  
 CAP 135527

**Nota:** las muestras fueron puestas por el solicitante.

## DISEÑO DE MEZCLAS

### ACI 211.1 ASTM C143 ASTM C192/C31

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE** : Bach. HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA

**UBICACIÓN** : Laboratorio de mecánica de suelos de la UANCV

**CANTERA** : Isla – Comunidad de Isla a una distancia total de 7.5 Km de la ciudad de Juliaca, recorrido de 25 a 30 min lado Oeste de Juliaca

**FECHA** : 14 de Octubre del 2024

### CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 CORREGIDOS

Material	Peso (kg/m3)
Cemento	378.60
Agua	220.19
A. Grueso	815.55
A. Fino	841.85

Masa en metros cúbicos según el diseño de la mezcla ACI

Descripción	10% LTR	20% LTR	30% LTR
Cemento	378.60	378.60	378.60
Agr. Fino	841.85	841.85	841.85
Agr. Grueso	670.23	586.32	502.11
Agua	312.55	319.01	327.12
Agr. Grueso de ladrillo	108.63	163.05	218.56



UANCV - FICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
 Mg. ARMANDO VILLATORRES  
 ZIP 100207

**Nota:** las muestras fueron puestas por el solicitante.

## ENSAYO DEL ASENTAMIENTO (SLUMP)

### ASTM C143 / C143M NTP 339.035 NTP 339.036 NTP 339.114

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

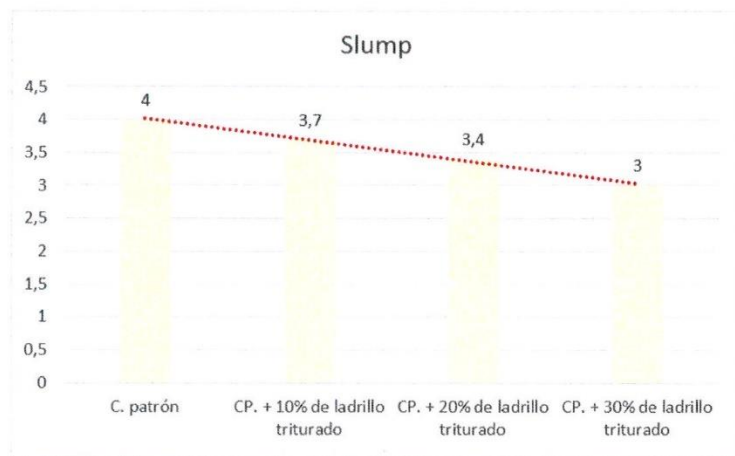
**SOLICITANTE** : Bach. HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA

**UBICACIÓN** : Laboratorio de mecánica de suelos de la UANCV

**CANTERA** : Isla – Comunidad de Isla a una distancia total de 7.5 Km de la ciudad de Juliaca, recorrido de 25 a 30 min lado Oeste de Juliaca

**FECHA** : 14 de Octubre del 2024

Muestra	Slump
C. patrón	4"
C.P. + 10% de ladrillo triturado	3.7"
C.P. + 20% de ladrillo triturado	3.4"
C.P. + 30% de ladrillo triturado	3"



UANCV - FICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTOS  
 HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA  
 ZIP 100-07

**Nota:** las muestras fueron puestas por el solicitante.

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

#### ASTM C39/C39M NTP 339.034 NTP 339.033

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE LADRILLO KING KONG TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE** : Bach. HEYMAR LENIN VENTURA MAQUERA

**UBICACIÓN** : Laboratorio de mecánica de suelos de la UANCV

**FECHA** : 14 de Octubre del 2024

#### RESISTENCIAS A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Ø (cm)	AREA (cm2)	Esf. Rotura F'c=Kg/cm2
C.P.1		210	15.02	177.19	156.59
C.P.2	7	210	15.00	176.71	158.23
C.P.3		210	15.04	177.66	160.12
<b>Promedio</b>	<b>7</b>	<b>210</b>			<b>158.31</b>

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Ø (cm)	AREA (cm2)	Esf. Rotura Kg/cm2
C.P.1		210	15.02	177.13	183.25
C.P.2	14	210	15.00	175.73	180.12
C.P.3		210	15.04	175.932	180.36
<b>Promedio</b>	<b>14</b>	<b>210</b>			<b>181.24</b>

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Ø (cm)	AREA (cm2)	Esf. Rotura Kg/cm2
C.P.1		210	15.02	177.73	223.58
C.P.2	28	210	15.00	176.23	226.74
C.P.3		210	15.04	177.87	220.89
<b>Promedio</b>	<b>28</b>	<b>210</b>			<b>223.74</b>

#### RESISTENCIAS A COMPRESIÓN 10% DE LADRILLO TRITURADO

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Ø (cm)	AREA (cm2)	Esf. Rotura Kg/cm2
C.P.1		210	15.02	177.62	187.23
C.P.2	7	210	15.00	176.45	189.56
C.P.3		210	15.04	177.27	185.12

UANCV - FICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
  
 Ing. ARMANDO J. YANATORRES  
 210 100 007

Promedio	7	210			187.30
----------	---	-----	--	--	--------

Muestras	Días	F' <sub>c</sub> =Kg/cm <sup>2</sup>	Ø (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	Esf. Rotura Kg/cm <sup>2</sup>
C.P.1		210	15.02	177.28	208.13
C.P.2	14	210	15.00	176.53	210.45
C.P.3		210	15.04	177.48	211.47
Promedio	14	210			210.02

Muestras	Días	F' <sub>c</sub> =Kg/cm <sup>2</sup>	Ø (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	Esf. Rotura Kg/cm <sup>2</sup>
C.P.1		210	15.02	177.97	235.12
C.P.2	28	210	15.00	176.25	233.96
C.P.3		210	15.04	177.49	234.12
Promedio	28	210			234.40

### RESISTENCIAS A COMPRESIÓN 20% DE LADRILLO TRITURADO

Muestras	Días	F' <sub>c</sub> =Kg/cm <sup>2</sup>	Ø (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	Esf. Rotura Kg/cm <sup>2</sup>
C.P.1		210	15.02	177.85	211.23
C.P.2	7	210	15.00	176.42	209.25
C.P.3		210	15.04	177.94	212.36
Promedio	7	210			210.95

Muestras	Días	F' <sub>c</sub> =Kg/cm <sup>2</sup>	Ø (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	Esf. Rotura Kg/cm <sup>2</sup>
C.P.1		210	15.02	177.23	233.12
C.P.2	14	210	15.00	176.59	235.41
C.P.3		210	15.04	177.60	236.89
Promedio	14	210			235.14

Muestras	Días	F' <sub>c</sub> =Kg/cm <sup>2</sup>	Ø (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	Esf. Rotura F' <sub>c</sub> =Kg/cm <sup>2</sup>
C.P.1		210	15.02	177.23	264.25
C.P.2	28	210	15.00	176.47	260.25
C.P.3		210	15.04	177.55	267.01
Promedio	28	210			263.84

UANCV - FICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL

### RESISTENCIAS A COMPRESIÓN 30% DE LADRILLO TRITURADO

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Ø (cm)	AREA (cm2)	Esf. Rotura Kg/cm2
C.P.1		210	15.02	177.85	206.30
C.P.2	7	210	15.00	176.42	204.36
C.P.3		210	15.04	177.94	205.96
Promedio	7	210			205.54

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Ø (cm)	AREA (cm2)	Esf. Rotura Kg/cm2
C.P.1		210	15.02	177.23	219.63
C.P.2	14	210	15.00	176.59	218.42
C.P.3		210	15.04	177.60	219.74
Promedio	14	210			219.23

Muestras	Días	F'c=Kg/cm2	Ø (cm)	AREA (cm2)	Esf. Rotura F'c=Kg/cm2
C.P.1		210	15.02	177.23	223.56
C.P.2	28	210	15.00	176.47	225.12
C.P.3		210	15.04	177.55	225.79
Promedio	28	210			224.82

### RESUMEN PROMEDIO DE ROTURA

Resistencia a la compresión promedio (Kg/cm2)				
Edades	C.P.	10% de ladrillo triturado	20% de ladrillo triturado	30% de ladrillo triturado
7	158.31	187.30	210.95	205.54
14	181.24	210.02	235.14	219.23
28	223.74	234.40	263.84	224.82

**Nota:** las muestras fueron puestas por el solicitante.

UANCV - FICP  
 CAP. INGENIERIA CIVIL  
  
 Ing. ARMANDO J. YANZORRES  
 ZIP 100007



### ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 26-09-2025

#### 1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: Heymar Lenin Ventura Maguera

Dirección: Puno - El Collao - Ilave

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70875477

Teléfono: 917261990 email: heymar.venma@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: Ingenierías y Ciencias Puras

Escuela Profesional o Mención: Ingeniería Civil

Título o Grado Académico a optar: Ingeniero Civil

Asesor: Dr. Arnaldo Yana Torres

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: Análisis de la resistencia a la compresión del Concreto con la  
adición de ladrillo King Kong triturado como agregado grueso  
en la Provincia de San Román

Palabras claves, (3 a 5 términos): concreto, Agregado, ladrillo triturado, resistencia a compresión

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup>?

2

<sup>1</sup> 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.

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



2. Referencia de tesis:

Bachiller  Título  2da Especialidad  Maestría  Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.  
 Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): \_\_\_\_\_  
 No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

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

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

Sí autorizo  
 No autorizo



### Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: Tecnología de la construcción - P17

Firma de Autor



huella digital

26 de Septiembre del 2025

Fecha