



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO  
EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  
CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. JHON PORTILLO CALSINA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**JULIACA – PERÚ**

**2024**



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO**  
**EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO**  
**CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. JHON PORTILLO CALSINA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE	:	 _____ Dr. RONALD MADERA TERÁN
PRIMER MIEMBRO	:	 _____ Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
SEGUNDO MIEMBRO	:	 _____ Dr. ARNALDO YANA TORRES
ASESOR DE TESIS	:	 _____ Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	:	TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1694-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 06 de diciembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024- 14788 presentado por el (la) Bachiller: JHON PORTILLO CALSINA 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. JHON PORTILLO CALSINA, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA**, 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. RONALD MADERA TERÁN
- \* **1er Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- \* **2do Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES

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

**ARTICULO TERCERO.** - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: JHON PORTILLO CALSINA; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : Jueves 12 de diciembre del 2024
- \* **HORA** : 08:00 a.m.
- \* **LUGAR** : Aula 306 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



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

cc.  
Archivo  
interesado (s)



**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 030-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 13 de marzo del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU-001239 presentado por el señor (a) **JHON PORTILLO CALSINA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 087 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 015 - 2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) estudiante: **JHON PORTILLO CALSINA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA**, 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 del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 015 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA**, 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 o (la) Bachiller: **JHON PORTILLO CALSINA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA** 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) **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



Dr. Efraim Portillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:  
Archivo  
Interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 136-2023-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca 29 de diciembre del 2023

**VISTO:** El expediente N° 2023-CU-18262, presentado por el señor (a) **JHON PORTILLO CALSINA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 327-2023-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 032 - 2023 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) estudiante: **JHON PORTILLO CALSINA** ha presentado su propuesta de investigación **Titulado: INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA**, 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° 032-2023 **aprobando** la propuesta de investigación **titulado: INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA**.

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: **JHON PORTILLO CALSINA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema **Titulado: INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
.....  
**Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**  
DECANO  
CIP. 47790



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

cc.  
Archivo 2023  
Interesado (a)



## INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECIKLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA

### INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

12%

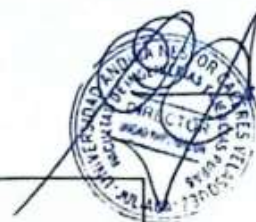
TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	qdoc.tips Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1%

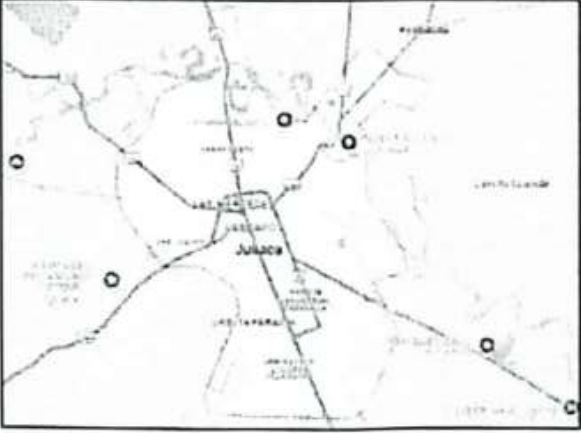


### Metadatos Complementarios



<b>Título de la tesis</b>	
<b>INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	JHON PORTILLO CALSINA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71027476
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0001-2663-8382">https://orcid.org/0009-0001-2663-8382</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02424528
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-4219-1007">https://orcid.org/0000-0002-4219-1007</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	RONALD MADERA TERÁN
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02429150
<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	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	41414676
<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	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 37"  <a href="https://maps.app.goo.gl/PAExstH2rCu8SneP6">https://maps.app.goo.gl/PAExstH2rCu8SneP6</a>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2023 – Diciembre 2024
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería Civil <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</a> 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>
<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	

  
 Dr. Efraim Parillo Sosa  
 DIRECTOR  
 OFICINA DE INVESTIGACIÓN



### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JHON PORTILLO CALSINA, identificado con DNI Nro. 71027476, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
- Programa de Segunda Especialidad,**
- Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación,  Trabajo Académico denominada:  
INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES  
VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA

Asesorado por: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

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 07 de enero del 2025

  
Firma del Asesor  
(obligatoria)

  
Firma del Estudiante  
(obligatoria)

  
Huella



### DEDICATORIA

Dedico la tesis a todos, cuyo amor, apoyo total y sacrificios han sido mi fuente constante de motivación. A mis padres, por su confianza y por enseñarme a perseverar en cada paso que doy.



## AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todos aquellos que han sido parte de este proyecto. A mis asesores por su orientación y paciencia; a mis amigos, por su apoyo y ánimo; y a todos aquellos que, de una u otra manera, contribuyeron a la realización de este trabajo.

Gracias por creer en mí y por estar presentes en este importante proceso.



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>iii</b>
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	x

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

<b>1.1 Situación problemática.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Planteamiento del problema.....</b>	<b>2</b>
1.2.1Problema General. ....	2
1.2.2Problemas específicos. ....	2
<b>1.3 Objetivos de la Investigación.....</b>	<b>2</b>
1.3.1Objetivo General.....	2
1.3.2Objetivos Específicos. ....	3
<b>1.4 Justificación de la Investigación. ....</b>	<b>3</b>
1.4.1Justificación Técnica. ....	3
1.4.2Justificación social.....	3
1.4.3Justificación económica.....	3
<b>1.5 Hipótesis de la Investigación.....</b>	<b>4</b>
1.5.1Hipótesis General.....	4
1.5.2Hipótesis Específicas. ....	4
<b>1.6 Variables E Indicadores.....</b>	<b>4</b>
1.6.1Variable Independiente.....	4
1.6.2Variable Dependiente .....	4
<b>1.7 Operacionalización de variables.....</b>	<b>5</b>

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

<b>2.1 Antecedentes de la investigación.....</b>	<b>6</b>
2.1.1Antecedentes internacionales. ....	6
2.1.2Antecedente nacional.....	11
2.1.3Antecedentes regionales.....	17



<b>2.2 Bases teóricas.</b>	<b>21</b>
2.2.1 El concreto.	21
2.2.1.1 Tipos de concreto.	22
2.2.1.2 Concreto fresco.	28
2.2.1.3 Concreto endurecido.	29
2.2.1.4 Materiales.	30
2.2.2 Agregados	30
2.2.2.1 Tipos de agregados.	31
2.2.3 Polvo de concreto reciclado	32
2.2.3.1 Características de polvo de concreto reciclado.	33
2.2.3.2 Cualidades del polvo de concreto reciclado	34
2.2.4 Cemento Portland.	35
2.2.4.1 Componentes del Cemento	35
2.2.4.2 Tipos de Cementos	36
2.2.4.3 Puzolana	37
2.2.5 Esfuerzo a compresión.	38
2.2.6 Método de diseño de mezcla ACI – 211	40
<b>2.3 Marco conceptual</b>	<b>41</b>
2.3.1 Agregados.	41
2.3.2 Concreto.	41
2.3.3 Cemento.	41
2.3.4 Polvo de concreto reciclado.	41
2.3.5 Resistencia.	42

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

<b>3.1 Diseño de Investigación</b>	<b>43</b>
<b>3.2 Método de Investigación</b>	<b>43</b>
<b>3.3 Nivel y tipo de la Investigación.</b>	<b>43</b>
3.3.1 Nivel de la Investigación.	43
3.3.2 Tipo de la Investigación.	44
<b>3.4 Población y muestra</b>	<b>44</b>
3.4.1 Población	44
3.4.2 Muestra	44
<b>3.5 Técnicas e instrumentos</b>	<b>45</b>
3.5.1 Técnicas de recolección	45
3.5.2 Instrumentos de recolección	46
<b>3.6 Procedimiento para recopilación de datos</b>	<b>47</b>



3.6.1	Desarrollo de investigación .....	47
<b>3.7</b>	<b>Procesamiento de resultados .....</b>	<b>50</b>

### CAPÍTULO IV

#### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

<b>4.1</b>	<b>Resultados obtenidos .....</b>	<b>51</b>
4.1.1	Resultados sobre la porción para la creación de un concreto convencional $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , según de mezclas .....	55
4.1.2	Resultados sobre la influencia del polvo de concreto reciclado sobre el asentamiento del concreto.....	57
4.1.3	Resultados sobre la resistencia del concreto. ....	58
<b>4.2</b>	<b>Discusión de resultados .....</b>	<b>77</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>80</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>81</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>		<b>82</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>86</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Operación de variables .....	5
<b>Tabla 2</b>	Numero de probetas a elaborarse .....	45
<b>Tabla 3</b>	Tamizado del agregado grueso .....	51
<b>Tabla 4</b>	Granulometría del agregado fino .....	52
<b>Tabla 5</b>	% de agua del agregado.....	53
<b>Tabla 6</b>	P.U.S. (suelto) .....	55
<b>Tabla 7</b>	P.U.V. (varillado) .....	55
<b>Tabla 8</b>	Caracterización de los agregados.....	55
<b>Tabla 9</b>	Dosificación del diseño en estados seco. ....	56
<b>Tabla 10</b>	Proporciones del polvo de concreto reciclado.....	57
<b>Tabla 11</b>	Trabajabilidad del concreto.....	57
<b>Tabla 12</b>	Fuerza compresiva, muestra habitual después de 7 días. ....	58
<b>Tabla 13</b>	Fuerza compresiva del concreto, muestra habitual a 14 días.....	60
<b>Tabla 14</b>	Fuerza compresiva, muestra habitual a 28 días.....	61
<b>Tabla 15</b>	Fuerza compresiva + PCR al 0.6%, después de 7 días. ....	63
<b>Tabla 16</b>	Fuerza compresiva del concreto + PCR 0.6%, después de 14 días.....	64
<b>Tabla 17</b>	Fuerza compresiva concreto + PCR 0.6%, en 28 días.....	66
<b>Tabla 18</b>	Fuerza compresiva + PCR 0.8%, en 7 días. ....	67
<b>Tabla 19</b>	Fuerza compresiva del concreto con PCR al 0.8%, en 14 días.....	69
<b>Tabla 20</b>	Fuerza compresiva del concreto con PCR al 0.8%, a 28 días.....	70
<b>Tabla 21</b>	Fuerza compresiva concreto + PCR al 1%, en 7 días. ....	72
<b>Tabla 22</b>	Fuerza compresiva concreto + PCR al 1%, en 14 días. ....	73
<b>Tabla 23</b>	Esfuerzo del concreto con polvo de concreto reciclado al 1%, en 28 días. ....	75
<b>Tabla 24</b>	Comportamiento de las resistencias logradas.....	76



## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1** Ubicación de la cantera Unocolla ..... 47

**Figura 2** Polvo de concreto reciclado ..... 48

**Figura 3** Curva de gradación agregado grueso ..... 52

**Figura 4** Curva de gradacion agregado fino. .... 53

**Figura 5** Dosificaciones del diseño de mezclas. .... 56

**Figura 6** Consistencia de concreto. .... 58

**Figura 7** Fuerza alcanzada en 7 días, de la muestra habitual. .... 59

**Figura 8** Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto, a 7 días. .... 59

**Figura 9** Fuerza alcanzada en 14 días, de muestra habitual. .... 60

**Figura 10** Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto, a los 14 días. .... 61

**Figura 11** Fuerza lograda a 28 días, de la muestra habitual. .... 62

**Figura 12** Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto, a 28 días. .... 62

**Figura 13** Esfuerzo en 7 días, concreto + 0.6% de PCR. .... 63

**Figura 14** Porcentaje obtenida del concreto + 0.6% de PCR, en 7 días. .... 64

**Figura 15** Rotura en 14 días, del concreto + 0.6% de PCR. .... 65

**Figura 16** % obtenida del concreto + 0.6% PCR, en 14 días. .... 65

**Figura 17** Fuerza compresiva 28 días, del concreto + 0.6% de PCR. .... 66

**Figura 18** Porcentaje obtenidos del concreto + 0.6% de PCR, en 28 días. .... 67

**Figura 19** Esfuerzo a 7 días, del concreto + 0.8% de PCR. .... 68

**Figura 20** % obtenida del concreto + 0.8% de PCR, en 7 días. .... 68

**Figura 21** Resistencia a 14 días, del concreto + 0.8% de PCR. .... 69

**Figura 22** % alcanzada obtenida + 0.8% de PCR, en 14 días. .... 70

**Figura 23** Esfuerzo a 28 días, del concreto + 0.8% de PCR. .... 71

**Figura 24** % obtenida del concreto + 0.8% de PCR, en 28 días. .... 71

**Figura 25** Esfuerzo a 7 días, del concreto + 1% de PCR. .... 72

**Figura 26** Porcentaje lograda del concreto + 1% de PCR, en 7 días. .... 73

**Figura 27** Rotura a 14 días, del concreto + 1% de PCR. .... 74

**Figura 28** % obtenida del concreto + 1% de PCR, en 14 días. .... 74

**Figura 29** Rotura a 28 días, del concreto + 1% de PCR. .... 75

**Figura 30** % obtenida del concreto + 1% de PCR, en 28 días. .... 76

**Figura 31** Comportamiento de esfuerzos. .... 77



## RESUMEN

La tesis titulada “**Influencia del polvo de concreto reciclado en dosificaciones variable sobre la resistencia a la compresión del concreto convencional en la ciudad de Juliaca**”, Se uso metodología cuantitativa con un marco experimental destinado a evaluar el impacto del hormigón reciclado en polvo sobre las características del hormigón. Se utilizó una cohorte de 60 muestras de hormigón, empleando recursos naturales procedentes de la cantera de Unocolla, conocida por sus ventajosas características físicas. El diseño de mezcla utilizó las siguientes porciones: 1,00 (cemento), 0,62 (agua), 3,37 (AG) y 2,38 (AF). El hormigón normal tuvo un desplome de 3,2 pulgadas con respecto a la trabajabilidad. La incorporación de 0,6% de hormigón reciclado en polvo dio como resultado un desplome de 3,6 pulgadas, que está dentro del rango recomendado. Con 0,8%, el desplome se redujo a 3,1 pulgadas, y con 1%, midió 3,4 pulgadas, lo que indica que la consistencia del hormigón se mantuvo maleable y trabajable. El hormigón típico alcanzó una resistencia a la compresión de 215,37 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. El uso de un 0,6 % de polvo de hormigón reciclado mejoró la resistencia a 217,68 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con un 0,8 % se alcanzaron 220,39 kg/cm<sup>2</sup>. Se logró una resistencia máxima de 227,42 kg/cm<sup>2</sup> utilizando un 1 % de polvo reciclado, lo que indica una mejora significativa. El polvo de hormigón reciclado mejora la resistencia mecánica al tiempo que conserva la trabajabilidad suficiente, lo que lo convierte en un ingrediente valioso en la producción de hormigón.

**Palabras Clave:** Polvo de concreto reciclado, trabajabilidad, resistencia a compresión.



## ABSTRACT

The thesis titled "Influence of recycled concrete powder in variable dosages on the compressive strength of conventional concrete in the city of Juliaca", quantitative methodology was used with an experimental framework aimed at evaluating the impact of recycled concrete powder on the characteristics of the concrete. A cohort of 60 concrete samples was used, using natural resources from the Unocolla quarry, known for its advantageous physical characteristics. The mix design used the following portions: 1.00 (cement), 0.62 (water), 3.37 (AG) and 2.38 (AF). Normal concrete had a 3.2-inch slump with respect to workability. Incorporating 0.6% recycled powder concrete resulted in a slump of 3.6 inches, which is within the recommended range. At 0.8%, the slump was reduced to 3.1 inches, and at 1%, it measured 3.4 inches, indicating that the consistency of the concrete remained malleable and workable. Typical concrete achieved a compressive strength of 215.37 kg/cm<sup>2</sup> at 28 days. The use of 0.6% recycled concrete powder improved the strength to 217.68 kg/cm<sup>2</sup>, while 0.8% achieved 220.39 kg/cm<sup>2</sup>. A maximum strength of 227.42 kg/cm<sup>2</sup> was achieved using 1% recycled powder, indicating a significant improvement. Recycled concrete powder improves mechanical strength while retaining sufficient workability, making it a valuable ingredient in concrete production.

**Keywords:** Recycled concrete dust, workability, compressive strength.



## INTRODUCCIÓN

La limitada infraestructura existente, representada por 12 vertederos oficiales para atender a 1,800 distritos, resulta claramente insuficiente para manejar la creciente generación de estos residuos. Esta carencia ha provocado la proliferación de vertederos informales, canteras abandonadas y espacios no autorizados, que carecen de tecnología adecuada para el tratamiento de los RCD. Además, aunque las empresas constructoras destinan recursos financieros a la eliminación de residuos, una gran parte termina en vías fluviales, playas, terrenos baldíos y áreas públicas, agravando la contaminación del suelo, del agua y del aire. Este manejo irresponsable no solo deteriora el entorno natural, sino que también contribuye a la proliferación de enfermedades y genera obstrucciones en sistemas de drenaje urbano, aumentando la vulnerabilidad ante fenómenos como inundaciones.

En ciudades como Puno, la generación diaria de residuos de construcción pone de manifiesto la necesidad urgente de implementar estrategias sostenibles e integrales. La acumulación descontrolada de estos materiales contamina cuerpos de agua y suelos agrícolas, afectando la biodiversidad y la salud de la población. Socialmente, los residuos abandonados deterioran los espacios públicos y disminuyen la calidad de vida de las comunidades, mientras que, en el aspecto económico, se incrementan los costos asociados a la limpieza y recuperación de áreas afectadas. Para revertir esta situación, es esencial fortalecer la fiscalización y crear infraestructura adecuada para el tratamiento de los RCD, además de fomentar el reciclaje y la reutilización de materiales mediante tecnologías limpias. Asimismo, resulta crucial promover la conciencia ambiental a través de campañas educativas y políticas públicas que regulen eficazmente la gestión de estos residuos, asegurando así un desarrollo urbano más limpio, sostenible y responsable.

Tiene cuatro secciones:



**Capítulo I:** Este capítulo ofrece una visión general de las circunstancias actuales, identificando claramente el problema principal abordado por la investigación. Los objetivos individuales se articulan claramente, enfatizando su importancia y la relevancia de su logro para el avance del estudio. Este marco establece las bases intelectuales y metodológicas que dirigirán el proceso de investigación.

**Capítulo II:** Esta parte presenta un léxico completo de términos e ideas significativas asociadas con la teoría concreta, reunidos a partir de escritores estimados y fuentes académicas. Este capítulo ofrece una elucidación sucinta y precisa del tema principal de la investigación, junto con las nociones auxiliares cruciales para lograr un conocimiento integral y profundo del estudio.

**Capítulo III:** Esta sección delinea el enfoque empleado, que abarca la contextualización del entorno de estudio, la especificación del problema y la identificación de los datos necesarios. Además, se delinearán las técnicas para recopilación de datos y la metodología de investigación empleada, garantizando el rigor y la validez del estudio.

**Capítulo IV:** Componente y subtema examina minuciosamente los objetivos establecidos, apegándose lógicamente al propósito del estudio y empleando la metodología previamente delineada. Se realiza un análisis exhaustivo y sistemático de acuerdo con los estándares establecidos en los capítulos anteriores.



## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Situación problemática.

El país posee una amplia gama de formaciones geológicas con diversas características, lo que da como resultado una importante variedad de rocas que son adecuadas para su uso como agregados en la fabricación de hormigón. Sin embargo, en varios casos, la utilización de este producto químico requiere un transporte extenso a través de grandes distancias desde su lugar de extracción original (cantera), lo que resulta en un aumento sustancial de los costos. La insuficiencia de recursos, infraestructura y personal preparado en el Perú contribuyen al inadecuado manejo y tratamiento de los escombros sólidos de construcción y demolición. Esta situación genera importantes problemas sociales, económicos y ambientales en las zonas urbanas del país. Juliaca genera regularmente una cantidad considerable de desechos de construcción y demolición, pero debido a una gestión deficiente, estos desechos plantean desafíos ambientales, sociales y económicos. La ciudad carece de instalaciones especializadas para el tratamiento y reciclaje de estos desechos, lo que resulta en una utilización insuficiente y el agotamiento de la capacidad de los vertederos. Con el fin de abordar estos problemas, proponemos un plan para el reciclaje y reutilización de materiales,



centrándonos especialmente en el concreto. Al procesar adecuadamente estos recursos, podemos reutilizarlos para producir concreto fresco, con el fin de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. Esta iniciativa busca resolver los desafíos específicos que enfrenta Juliaca en cuanto a la gestión de desechos y promover el desarrollo tecnológico en el sector del concreto.

## **1.2 Planteamiento del problema.**

### **1.2.1 Problema General.**

Cuál es la influencia del polvo de concreto reciclado en diferentes dosificaciones sobre la resistencia a la compresión del concreto convencional.

### **1.2.2 Problemas específicos.**

1. ¿Qué proporciones se requieren para elaborar un concreto convencional, utilizando un diseño de mezclas y agregados provenientes de la cantera Unocolla, en la ciudad de Juliaca?
2. ¿Qué efecto tiene el polvo de concreto reciclado sobre el asentamiento del concreto, en la ciudad de Juliaca?
3. ¿De qué manera influye el polvo de concreto reciclado, en porcentajes de 0.6%, 0.08% y 1%, en la resistencia a la compresión del concreto, en la ciudad de Juliaca?

## **1.3 Objetivos de la Investigación.**

### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar la influencia del polvo de concreto reciclado en diferentes dosificaciones sobre la resistencia a la compresión del concreto convencional.



### **1.3.2 Objetivos Específicos.**

1. Establecer las proporciones adecuadas para la elaboración de un concreto convencional, según un diseño de mezclas y utilizando agregados de la cantera Unocolla, en la ciudad de Juliaca.
2. Evaluar la influencia del polvo de concreto reciclado en el asentamiento del concreto, en la ciudad de Juliaca.
3. Analizar cómo afecta el polvo de concreto reciclado, en porcentajes de 0.6%, 0.08% y 1%, la resistencia a la compresión del concreto, en la ciudad de Juliaca.

## **1.4 Justificación de la Investigación.**

### **1.4.1 Justificación Técnica.**

En esta investigación se emplearon instrumentos validados que sirvieron como guía metodológica durante el desarrollo del estudio. Las pruebas experimentales se llevaron a cabo en un laboratorio calibrado y acreditado conforme a las normas técnicas peruanas (N.T.P.), garantizando la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos.

### **1.4.2 Justificación social.**

La propuesta busca mejorar la calidad del concreto mediante la incorporación de polvo de concreto reciclado. Esta alternativa tiene como finalidad mitigar la degradación de las canteras y reducir la dependencia de su explotación, problemática especialmente crítica en comunidades subdesarrolladas. Al reutilizar el PCR como componente para mejorar la resistencia del concreto, la investigación demostró ser una solución viable, sostenible y rentable, con beneficios significativos para el medio ambiente y la sociedad.

### **1.4.3 Justificación económica**

La investigación no solo aborda las condiciones desafiantes del entorno de estudio, sino que también propone alternativas económicas que optimizan costos y mejoran la resistencia del concreto convencional. Esta solución ofrece un enfoque eficiente para



reducir gastos en materiales sin comprometer la calidad y funcionalidad estructural del concreto producido.

## 1.5 Hipótesis de la Investigación.

### 1.5.1 *Hipótesis General.*

La influencia del polvo de concreto reciclado en la resistencia a la compresión del concreto, será positiva.

### 1.5.2 *Hipótesis Específicas.*

1. Las proporciones básicas para una mezcla de concreto convencional con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> son adecuadas, y las características de los agregados son adecuadas y compatibles con los requisitos de construcción.
2. El asentamiento del concreto con el empleo de PCR en % variable será trabajable con una consistencia plástica.
3. La resistencia del concreto elaborado con el empleo de polvo de concreto reciclado en proporciones será positiva, puesto que aumentará la resistencia requerida.

## 1.6 Variables E Indicadores.

### 1.6.1 *Variable Independiente.*

CONCRETO

**Indicadores:**

- Polvo de concreto reciclado

### 1.6.2 *Variable Dependiente*

FUERZA COMPRESIVA

**Indicadores:**

- Esfuerzo compresivo.

## 1.7 Operacionalización de variables.

Tabla 1

*Operación de variables*

<b>Variable Independiente</b>	<b>Definición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos de Medición</b>
CONCRETO	El concreto es una mezcla de cemento, grava, arena, aditivos y agua. Maleable en su forma líquida y de gran resistencia a la compresión en su estado sólido. Es el resultado de la combinación de una pasta cementicia, con agregados finos y gruesos	Proporción es de polvo de concreto	Polvo de concreto al 0.6% Polvo de concreto al 0.8% Polvo de concreto al 1%	Documento de registro de datos
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Definición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos de Medición</b>
RESISTENCIA COMPRESIÓN	Una característica mecánica de los materiales es su resistencia a la compresión, que muestra qué tan bien pueden resistir presiones que disminuyen su volumen, a menudo conocidas como fuerzas de compresión. (TORRE,2004, p.89)	Esfuerzo a compresión	Resistencia concreto alcanzada + polvo concreto reciclado al 0.6% Resistencia concreto alcanzada + polvo concreto reciclado al 0.8% Resistencia concreto alcanzada + polvo concreto reciclado al 1%	Procedimiento experimental de prueba de suelos para la resistencia de concreto cilíndricas (ASTM C-39)



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación.

##### 2.1.1 *Antecedentes internacionales.*

(Agreda-Sotelo & Moncada-Moreno, 2015) En su investigación titulado “Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados”, La propuesta de investigación tiene como objetivo principal optimizar la utilización de un recurso esencial en el ámbito de la construcción, con un enfoque especial en su sostenibilidad ambiental. En particular, nos centramos en la grava reciclada, proveniente de los residuos generados durante las actividades de construcción y demolición. Este material ha demostrado ser una alternativa viable y ecológica, al mismo tiempo que contribuye al proceso de circularidad en la industria de la construcción, al reutilizar materiales que, de otro modo, terminarían en vertederos. El uso de grava reciclada no solo se alinea con las tendencias globales hacia la reducción de residuos y la minimización de la huella ecológica de las obras de construcción, sino que también tiene un impacto positivo en la economía circular. En este sentido, la investigación busca explorar cómo este material puede ser optimizado para cumplir con los estándares de calidad y desempeño requeridos en diversas aplicaciones constructivas, tales como pavimentos, cimentaciones y otros



elementos estructurales. A través de un enfoque multidisciplinario, se llevarán a cabo estudios rigurosos de grava reciclada, evaluando aspectos clave. Además, se investigarán las técnicas de procesamiento y mejora de la grava reciclada, con el fin de maximizar su rendimiento y reducir posibles deficiencias que puedan surgir al compararlo con materiales vírgenes. Esta investigación no solo tiene como objetivo cumplir con las expectativas ecológicas, sino también demostrar que la grava reciclada puede ser una alternativa práctica y confiable en la construcción moderna. El análisis se basará en la comparación con materiales convencionales, evaluando no solo su desempeño técnico, sino también su viabilidad económica a largo plazo. El resultado esperado es un modelo de utilización óptima de este material que pueda ser adoptado de manera masiva, contribuyendo así al desarrollo de una industria de la construcción más responsable y sostenible. En resumen, la propuesta de investigación, fomentando la reutilización de materiales reciclados y promoviendo prácticas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

(Bedoya & Dzul, 2015) en su artículo denominado "El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana". Este artículo aborda en profundidad el proceso de elaboración del hormigón utilizando materiales reciclados, en particular áridos gruesos y finos provenientes del reciclaje de hormigón viejo y restos de mampostería. El estudio se enfoca en evaluar la viabilidad técnica de estos materiales en la producción de hormigones tanto estructurales como no estructurales, analizando propiedades físicas y mecánicas clave. Entre los aspectos destacados se encuentran la carbonatación, la velocidad del pulso ultrasónico, la porosidad y la resistencia a la compresión. Para este último parámetro, las pruebas se realizaron en intervalos regulares, desde los tres días hasta los noventa y un días, lo que permitió establecer una curva de desarrollo de resistencia y evaluar el comportamiento del material a lo largo del tiempo. Además del análisis técnico, el artículo incluye un examen económico, comparando los costos asociados al uso de agregados reciclados frente a agregados naturales, demostrando así su viabilidad financiera en el sector de la construcción. También se



explora en profundidad la legislación colombiana, específicamente las políticas implementadas en Medellín, que promueven métodos de construcción ecológicos y la gestión adecuada de los residuos provenientes de demoliciones y construcciones. Se observó que los valores de resistencia a la compresión y la velocidad del pulso ultrasónico obtenidos en las mezclas con áridos reciclados eran prácticamente idénticos a los de la mezcla de referencia, evidenciando su eficacia como alternativa sostenible. En cuanto a la profundidad de carbonatación, se registró una diferencia mínima de 0.7 milímetros después de simular un envejecimiento de 27 años, lo que resalta la durabilidad del hormigón elaborado con estos materiales reciclados. El estudio también demuestra que es factible producir hormigón estructural y no estructural utilizando proporciones, sin comprometer significativamente sus propiedades mecánicas ni durabilidad. Finalmente, se reconoce que las regulaciones político-administrativas del municipio de Medellín han experimentado transformaciones importantes en los últimos once años, impulsando prácticas más sostenibles y fomentando la adopción de tecnologías limpias en el sector de la construcción. El análisis integral de estos factores sugiere el uso de materiales reciclados en la técnica viable, sino también una respuesta efectiva a los desafíos ambientales y económicos contemporáneos.

(Rojas, 2013) La transición hacia una construcción más sostenible puede acelerarse mediante prácticas como el reciclaje y la reutilización de materiales, específicamente de ladrillos fabricados de manera defectuosa o rotos. Estas estrategias no solo contribuyen a reducir la extracción de recursos naturales limitados, sino que también minimizan las repercusiones ambientales negativas asociadas a la gestión ineficaz de residuos sólidos de construcción y demolición (RCD). Los residuos de ladrillo, que a menudo son desechados en vertederos o lugares no autorizados, representan una fuente de material potencialmente valiosa cuando se reutilizan adecuadamente. En este contexto, la investigación presentada en este artículo evalúa la viabilidad técnica y práctica de usar ladrillos rotos triturados como árido grueso en la producción de hormigón, proponiendo así



una alternativa innovadora y sostenible en el ámbito de la construcción. Para alcanzar este objetivo, se realizaron ensayos experimentales en los que el ladrillo reciclado triturado reemplazó al árido grueso natural en diferentes proporciones: 0%, 10%, 20% y 30%. Los ladrillos reciclados, asegurando que no presentaran componentes perjudiciales para la mezcla de hormigón. Asimismo, se evaluaron las propiedades mecánicas del hormigón endurecido, enfocándose en su resistencia a la flexión y compresión después de un período de 28 días de curado. Los resultados de los ensayos demostraron que el uso de ladrillo reciclado triturado como árido grueso es técnicamente factible, siempre y cuando el porcentaje de reemplazo no exceda el 30% del árido grueso natural. A medida que se incrementa la proporción de ladrillo reciclado, se observaron ligeras reducciones en la resistencia mecánica, particularmente a niveles superiores al 30%, lo cual establece un límite práctico para su aplicación. Sin embargo, dentro del rango estudiado, el hormigón con adiciones de ladrillo reciclado mantiene propiedades estructurales aceptables y cumple con los estándares de calidad para aplicaciones específicas, como elementos no estructurales o estructuras de carga ligera. Además, la reutilización de ladrillos reciclados como árido contribuye a disminuir los costos en la adquisición de materiales y en la gestión de residuos, al mismo tiempo que promueve la economía circular dentro del sector. En conclusión, esta investigación respalda la viabilidad de incorporar ladrillos reciclados como parte de los agregados en la fabricación de hormigón, contribuyendo a una reducción del impacto ambiental y al uso eficiente de recursos naturales. El éxito de esta práctica dependerá, no obstante, de un control riguroso y en la formulación de mezclas, asegurando así que el hormigón producido cumpla con las especificaciones técnicas requeridas. Estas iniciativas representan un paso clave hacia un modelo constructivo más sostenible y responsable, alineado con los desafíos globales actuales en materia de gestión ambiental y desarrollo sostenible.

(Pastrana-Ayala, Silva-Urrego, Agradado-Molano, & Delvasto-Arjona, 2019) en su informe "Propiedades físico-mecánicas de concretos autocompactantes producidos con



polvo de residuo de concreto “. Una manera efectiva de derivado de la creciente demanda de cemento Portland ordinario (CPO), impulsada por el desarrollo de nuevos proyectos de obras civiles, es implementar prácticas de reciclaje de residuos de construcción y demolición (CDW) para transformarlos en nuevos materiales de construcción. Esta estrategia no solo permite reducir significativamente la cantidad de residuos enviados a los vertederos, sino que también promueve el desarrollo de alternativas sostenibles y eficientes en el sector de la construcción. Una de estas alternativas es el polvo de residuos de hormigón (CWP), un material que se obtiene al triturar y procesar hormigón reciclado, y que ha demostrado un desempeño favorable en diversos proyectos de infraestructura como sustituto parcial del CPO. El CWP representa una opción ecológica y rentable, alineada con los objetivos de economía circular y reducción de emisiones de carbono. En este estudio, se realizó una caracterización química y puzolánica del CWP mediante técnicas avanzadas, como la fluorescencia de rayos X (XRF), la prueba de Frattini y el índice de actividad resistente, para evaluar sus propiedades y confirmar su idoneidad como material cementoso. Adicionalmente, se exploró la viabilidad de producir hormigón autocompactante (SCC) utilizando CWP como reemplazo parcial del CPO. Para ello, se desarrolló una serie de ensayos experimentales en los que se sustituyó el CPO por CWP en proporciones del 0%, 10%, 20% y 30%. Durante la fase inicial, se evaluaron las propiedades de trabajabilidad del SCC a través de pruebas de flujo de asentamiento y otras métricas relacionadas con su capacidad de compactación sin necesidad de vibración. Posteriormente, el hormigón autocompactante endurecido se sometió a pruebas rigurosas para medir su desempeño mecánico y físico, evaluando parámetros como la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción indirecta, la resistencia a la flexión, la porosidad y la succión capilar. Los resultados obtenidos en este estudio demostraron que es posible producir hormigón autocompactante se registraba una disminución en la trabajabilidad del hormigón fresco, así como una ligera reducción en las resistencias mecánicas del material endurecido. A pesar de estas limitaciones, el hormigón autocompactante con CWP mostró un desempeño adecuado para aplicaciones donde no se requiere la máxima resistencia

estructural, permitiendo su uso en elementos de menor exigencia y fomentando así su adopción en proyectos sostenibles. En conclusión, este estudio resalta el potencial del polvo de residuos de hormigón (CWP) como una alternativa ecológica en la producción de hormigón autocompactante, contribuyendo a la reducción de residuos sólidos y a la disminución del consumo de cemento Portland ordinario, que es responsable de una parte importante de las emisiones de dióxido de carbono en el sector. La implementación de este material en proporciones controladas no solo promueve prácticas más sostenibles y económicamente viables, sino que también abre nuevas oportunidades para la construcción de infraestructuras con un menor impacto ambiental, alineadas con los objetivos globales de desarrollo sostenible y eficiencia en el uso de los recursos naturales.

### **2.1.2 Antecedente nacional.**

(Asencio Sangay, 2014) en su investigación titulado "Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto  $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ " El propósito de esta investigación es evaluar el impacto de la adición de partículas de concreto reciclado en la resistencia a la compresión del concreto, con el objetivo de determinar si este tipo de material puede mantener un valor objetivo de  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , establecido como parámetro de referencia. Para ello, se trabajó con una combinación de agregados naturales y reciclados, siguiendo los lineamientos técnicos estipulados en la Norma Técnica Peruana (NTP 339.183:2013) y la norma ASTM C 192, las cuales definen los procedimientos para la preparación y curado de probetas de concreto en laboratorio. Estas directrices garantizaron la reproducibilidad y la precisión de los resultados obtenidos durante los ensayos experimentales. El proceso experimental consistió en la elaboración de probetas con distintos porcentajes de sustitución de agregados naturales por áridos reciclados, los cuales fueron seleccionados y tratados previamente para asegurar su uniformidad y calidad. Posteriormente, las probetas se sometieron a pruebas de resistencia a la compresión a edades específicas antes mencionadas. Los resultados obtenidos indicaron que el concreto elaborado con agregados reciclados logró alcanzar un grado



resistente de  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , aunque este valor fue aproximadamente 15.49% inferior en comparación con el concreto elaborado únicamente con agregados naturales, que presentaba la misma resistencia nominal. Esta disminución se atribuye principalmente a las propiedades físicas y superficiales del árido reciclado, como su mayor absorción de agua y la posible presencia de partículas más porosas, que afectan la adherencia entre la pasta de cemento y los agregados. A pesar de esta reducción en la resistencia, el concreto producido con agregados reciclados mantiene características aceptables para aplicaciones no estructurales o aquellas en las que no se requiere el máximo desempeño mecánico. Este enfoque ofrece una solución sostenible para el manejo (RCD), promoviendo el reciclaje y la reutilización de materiales que de otra manera terminarían en vertederos, contribuyendo así a mitigar el impacto ambiental de la industria de la construcción. Además, la implementación de este tipo de concreto ecológico representa un avance hacia la adopción de prácticas constructivas más responsables y alineadas con los objetivos de desarrollo sostenible, permitiendo la optimización del uso de recursos naturales y la reducción de las emisiones asociadas a la producción de cemento y agregados. En conclusión, si bien la incorporación de partículas de concreto reciclado genera tradicionales, sus beneficios ambientales y económicos son significativos. Este estudio demuestra la viabilidad técnica del uso de áridos reciclados en la fabricación de concreto, siempre y cuando se respeten los límites de resistencia y se utilice en aplicaciones adecuadas.

(Quispe Arce & Verástegui Minaya, 2019) investigación titulado "Propiedades físicas - mecánicas de bloques de hormigón elaborado con agregado grueso reciclado de residuos de construcción en la ciudad de Abancay", Este estudio partió del supuesto fundamental de que es posible utilizar materiales reciclados provenientes de los escombros de construcción, los cuales actualmente tienen escaso valor en la sociedad moderna. La acumulación de estos residuos no solo representa un desafío ambiental, sino que también constituye una oportunidad potencial para capitalizar la necesidad actual de productos más



eficientes en el uso de recursos naturales. El enfoque del estudio consistió en reutilizar escombros pulverizados como fuente principal de árido grueso reciclado, con el fin de desarrollar bloques de hormigón que cumplan con los criterios técnicos y de ingeniería exigidos en la construcción moderna. Esta práctica no solo contribuiría a reducir la demanda de áridos naturales, sino que también ofrecería ventajas financieras y ecológicas, alineándose con los principios de economía circular y desarrollo sostenible. Para llevar a cabo la investigación, se prepararon mezclas de hormigón utilizando áridos reciclados y diferentes relaciones agua-cemento (0.40 y 0.55). Previamente, se analizaron las características físicas y granulométricas de los materiales reciclados para asegurar su uniformidad y aptitud como componentes del hormigón. Las probetas de hormigón se sometieron a pruebas específicas en diferentes períodos de curado: 7, 14 y 28 días, con el objetivo de evaluar la resistencia a la compresión de los bloques. Adicionalmente, después de 14 días, se midieron parámetros como la absorción de agua y el peso unitario de los bloques de hormigón endurecidos. Estos análisis permitieron obtener un perfil detallado del con áridos reciclados. Los resultados de la investigación evidenciaron que el hormigón con material reciclado presenta una resistencia a la compresión menor en comparación con el hormigón fabricado con áridos convencionales. Esta diferencia se atribuye a la mayor porosidad y la menor adherencia de los áridos reciclados dentro de la matriz de cemento. No obstante, se comprobó que este tipo de hormigón cumple con los requisitos técnicos de la norma NTP 399.604, siempre que se empleen, las cuales permiten un balance adecuado entre trabajabilidad y resistencia. En contraste, los ensayos de absorción de agua mostraron un comportamiento inverso, es decir, los bloques con áridos reciclados absorbieron mayor cantidad de agua en comparación con aquellos fabricados con materiales naturales, un aspecto vinculado a la naturaleza porosa de los agregados reciclados. Por otro lado, el estudio también reveló que el uso de áridos reciclados resultó en una disminución del peso unitario de los bloques de hormigón, una característica que, dependiendo de la aplicación, puede ser beneficiosa. Los bloques más ligeros pueden utilizarse en elementos divisiones interiores, mampostería de relleno o proyectos de



rehabilitación de edificaciones. Además, la reducción en el peso facilita su manipulación y transporte, lo que podría traducirse en ahorros adicionales en términos de costos logísticos y de mano de obra. En conclusión, el estudio demuestra que la incorporación de áridos reciclados en la fabricación de bloques de hormigón es técnicamente viable, siempre que se optimicen las proporciones de mezcla y se mantenga un control adecuado en la relación agua-cemento. Si bien existen limitaciones en la resistencia a la compresión y un aumento en la absorción, estos inconvenientes pueden ser gestionados mediante ajustes en el diseño de mezcla y tratamiento de los materiales reciclados. La adopción de este enfoque no solo contribuiría a reducir el impacto ambiental generado por los residuos de construcción y demolición, sino que también permitiría diversificar el uso de los bloques de hormigón, brindando soluciones eficientes y sostenibles en el sector de la construcción.

(Galvan Arias, 2018) en su investigación titulado "Uso del concreto reciclado en la construcción de viviendas básicas en la provincia de Huancayo – 2018", En 2018, la provincia de Huancayo implementó el uso de hormigón reciclado en la construcción de estructuras residenciales básicas, con el objetivo de evaluar el impacto técnico, económico y práctico de esta alternativa en comparación con el hormigón convencional. La investigación se propuso analizar la viabilidad del uso de agregados reciclados en la producción de hormigón estructural, partiendo de la hipótesis principal de que las viviendas básicas en dicha provincia podrían construirse utilizando este material sin comprometer las propiedades mecánicas y funcionales de las estructuras. Para abordar esta cuestión, se empleó una estrategia descriptiva-explicativa y un diseño experimental, que sirvieron como herramientas científicas para evaluar de manera rigurosa los resultados obtenidos durante la investigación. Debido al pequeño tamaño de la población de estudio, se optó por un enfoque censal en lugar de un muestreo probabilístico, lo que permitió analizar toda la población disponible, compuesta por un total de 1026 ejemplares de hormigón elaborado con agregados reciclados. Se llevaron a cabo pruebas específicas para medir las propiedades físicas y mecánicas del hormigón, tales como la resistencia a la compresión,



la durabilidad, la absorción de agua y el comportamiento estructural en condiciones controladas. Los resultados indicaron que, desde el punto de vista técnico, el hormigón reciclado presenta propiedades similares al hormigón convencional, cumpliendo con los estándares básicos requeridos para la construcción de viviendas. Sin embargo, a pesar de demostrar su viabilidad técnica, se identificaron limitaciones económicas que hacen que la producción a gran escala del hormigón reciclado sea un objetivo poco realista en el contexto de Huancayo. Los costos asociados al proceso de obtención, clasificación, trituración y tratamiento de los agregados reciclados resultaron ser significativamente más altos en comparación con los agregados naturales, debido a la falta de infraestructura adecuada y tecnologías especializadas para el reciclaje de residuos de construcción. Estos costos adicionales limitan la adopción generalizada de este material en proyectos de vivienda básica, donde la economía juega un papel determinante en la viabilidad de las soluciones constructivas. A pesar de estas barreras económicas, la investigación destaca el potencial del hormigón reciclado como una alternativa sostenible que podría reducir el impacto ambiental generado por los residuos de construcción y demolición (RCD), si se implementaran políticas públicas e incentivos económicos que faciliten su adopción. En particular, se recomienda el desarrollo de normativas y la inversión en tecnologías de reciclaje, que permitirían optimizar el proceso de producción y reducir los costos asociados. Adicionalmente, el uso de este tipo de hormigón podría ser viable en proyectos no estructurales o en edificaciones de bajo costo donde los requerimientos técnicos son menos exigentes. En conclusión, aunque la investigación de 2018 demostró que es técnicamente posible construir viviendas básicas en Huancayo utilizando hormigón reciclado, la viabilidad económica sigue siendo un desafío significativo. No obstante, el estudio proporciona un punto de partida crucial para futuras investigaciones y políticas orientadas a promover el reciclaje de materiales en la construcción, con el objetivo de reducir costos, minimizar el impacto ambiental y avanzar hacia prácticas más sostenibles en el sector.



(Castro Montoya, 2019) en su tesis "COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO A ALTAS TEMPERATURAS CON MATERIAL RECICLADO: POLVO DE CAUCHO Y VIDRIO SÓDICO CÁLCICO". Las elevadas temperaturas pueden comprometer la funcionalidad estructural y superficial del hormigón, un material ampliamente utilizado en la construcción debido a su versatilidad y resistencia. Sin embargo, su comportamiento bajo condiciones extremas de calor, como en incendios, requiere especial atención, ya que puede perder, y sufrir fisuraciones o deformaciones superficiales. El objetivo de este estudio fue desarrollar una mezcla de hormigón más sostenible y funcional, incorporando materiales reciclados, específicamente caucho de neumáticos usados y vidrio sodocálcico proveniente de envases de botellas comunes, como reemplazo parcial del agregado fino. Esta propuesta responde tanto a la necesidad de mejorar el rendimiento del hormigón ante altas temperaturas como a la de reducir el impacto ambiental, promoviendo la reutilización de residuos sólidos. Para cumplir con este objetivo, se diseñó una serie de experimentos que permitieron analizar la respuesta térmica del hormigón y evaluar sus propiedades físicas y mecánicas. Se elaboraron dos grupos de núcleos de concreto, con resistencias  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, utilizando reemplazos del 10%, 20% y 30% de agregado fino con caucho triturado y vidrio sodocálcico. Durante el proceso de curado, se realizaron pruebas de resistencia a la compresión, densidad y absorción de agua a intervalos de 7, 14, 21 y 28 días, siguiendo los protocolos normativos correspondientes. Una vez completado el período de curado de 28 días, las muestras se sometieron a condiciones de altas temperaturas en un horno doméstico, exponiéndolas al calor durante 15, 30 y 60 minutos, con un control preciso de temperatura mediante un termopar tipo K, que garantizó mediciones exactas y consistentes. Los resultados obtenidos evidenciaron que el hormigón que incorporó vidrio sodocálcico como reemplazo parcial del agregado fino mostró un comportamiento significativamente mejorado frente a la exposición a altas temperaturas, en comparación con las mezclas que contenían caucho de neumáticos. En particular, el diseño más efectivo para ambas resistencias,  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>, fue aquel que utilizó un 30% de vidrio sodocálcico. Esta proporción optimizó la resistencia a la



compresión, minimizó las fisuras superficiales y redujo la pérdida de masa tras la exposición al calor. El vidrio reciclado actuó como un componente estable que no solo mejoró la capacidad térmica del hormigón, sino que también aportó mayor cohesión a la mezcla, contribuyendo a su integridad estructural a temperaturas elevadas. Por otro lado, aunque la incorporación de caucho de neumáticos en la mezcla ofreció ciertas ventajas en cuanto a reducción de peso y mayor absorción de energía, su desempeño fue inferior en términos de resistencia térmica y mecánica, especialmente cuando se aumentó su proporción en el reemplazo de agregado fino. Esto se debió a la naturaleza orgánica y combustible del caucho, que puede generar deformaciones y pérdidas de cohesión bajo condiciones de calor extremo. Aun así, su uso podría ser viable en aplicaciones específicas donde el aislamiento térmico o la reducción de peso del material sean prioritarios, como en construcciones no estructurales o proyectos que requieran mayor flexibilidad. En conclusión, la investigación demostró que es viable y eficiente reemplazar parcialmente el agregado fino con materiales reciclados como el vidrio sodocálcico, logrando mejoras significativas en la resistencia del hormigón ante altas temperaturas, especialmente al incorporar un 30% de este material. Este estudio no solo valida el uso de residuos reciclados como una alternativa sostenible, sino que también proporciona una solución práctica para el desarrollo de hormigones con mejores propiedades térmicas y mecánicas, a la innovación reciclados representa un avance hacia prácticas más sostenibles, aprovechando recursos existentes y promoviendo la economía circular en la industria.

### **2.1.3 Antecedentes regionales.**

(Ancco Ortega, 2022) investigación titulado "Aplicación y reutilización del concreto y cerámico reciclado para mejorar las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, Puno, 2022", El propósito principal de este estudio fue evaluar el impacto del reciclaje y reutilización de materiales, específicamente cerámica y concreto duros en la región de Puno (2022). La investigación se enmarcó en un enfoque cuantitativo con un diseño cuasiexperimental, que permitió analizar y comparar las características del



concreto producido con diferentes proporciones de materiales reciclados frente a estándares normativos establecidos. La muestra consistió en 36 briquetas de concreto seleccionadas de un total de 48 unidades producidas, con el fin de garantizar una evaluación representativa y rigurosa de las mezclas experimentales. Para llevar a cabo el estudio, se elaboraron mezclas de concreto que incorporaron un 15% de concreto reciclado y un 20% de cerámica reciclada como sustitutos parciales del agregado convencional. Estas proporciones se seleccionaron con el fin de explorar la viabilidad de reutilizar residuos de construcción y demolición en un contexto real, específicamente en la elaboración de pavimentos de concreto sometidos a altos niveles de carga y desgaste. Sin embargo, los resultados de los ensayos revelaron que la mezcla modificada 1 establecido como referencia. Este déficit del 4.2% respecto al valor objetivo indica que, a pesar de la incorporación de materiales reciclados, el concreto no logró satisfacer la resistencia de diseño necesaria para su aplicación en pavimentos. La investigación también mostró una variación del 95.80% en los resultados, lo que sugiere irregularidades en la homogeneidad y calidad de las mezclas, posiblemente derivadas de fallas en el diseño de mezcla y el proceso de construcción. Factores como la porosidad de los materiales reciclados, la disminución de adherencia entre la pasta de cemento y los agregados cerámicos, y la absorción de agua contribuyeron a la pérdida de resistencia y desempeño mecánico. Aunque pruebas previas realizadas en etapas preliminares del estudio habían arrojado resultados prometedores, estos valores no se replicaron de manera consistente en las pruebas finales, y un control riguroso de calidad durante la producción. De ello se deduce que, si bien el reciclaje de cerámica y concreto presenta un alto potencial para aplicaciones constructivas sostenibles, en su estado actual, las composiciones modificadas evaluadas no cumplen con los requisitos técnicos necesarios para pavimentos duros. Las fallas identificadas en el diseño y proceso constructivo deben ser abordadas mediante investigaciones adicionales, con énfasis en la optimización de las proporciones de materiales reciclados, el uso de aditivos mejoradores y un control más componentes. Además, es crucial realizar ensayos complementarios que evalúen la durabilidad, el



comportamiento a largo plazo y las propiedades estructurales del concreto reciclado en condiciones reales de carga y exposición ambiental. En conclusión, aunque el estudio no logró alcanzar los objetivos de resistencia a la compresión especificados, los resultados proporcionan información valiosa sobre las limitaciones y oportunidades del uso de materiales reciclados en el concreto para pavimentos. Con ajustes adecuados y nuevas investigaciones, esta alternativa podría contribuir significativamente a la reducción de residuos de construcción, la conservación de recursos naturales y la promoción de prácticas constructivas más sostenibles y responsables.

(Choque Aguilar, 2011) El uso de partículas gruesas recicladas en la elaboración de hormigón reciclado influye notablemente en sus características físicas y mecánicas, impactando tanto su desempeño general como su viabilidad para aplicaciones constructivas. Este estudio permitió analizar de manera sistemática cómo estas partículas afectan el rendimiento del concreto, demostrando que, si bien existen diferencias en comparación con el concreto convencional, dichas variaciones no son lo suficientemente significativas como para descartar su uso en proyectos estructurales, particularmente en la construcción de pavimentos duros. De hecho, los resultados sugieren que, con un diseño de mezcla optimizado y un control de calidad adecuado, el hormigón reciclado puede cumplir con los requerimientos normativos y funcionales para soportar cargas vehiculares y condiciones ambientales exigentes, como las que se encuentran en pavimentos sometidos a tráfico intenso. Además, la investigación destacó que, en términos de sostenibilidad, el uso de partículas gruesas recicladas en hormigón representa una alternativa viable y beneficiosa para el sector de la construcción. Al reutilizar materiales de desecho, se logra una reducción significativa en la demanda de agregados naturales y en la cantidad de residuos enviados a vertederos, lo que contribuye a la conservación de recursos naturales y a la mitigación del impacto ambiental generado por las actividades de construcción y demolición. Esta práctica no solo promueve la economía circular, sino que también reduce los costos económicos asociados a la extracción, procesamiento y



transporte de materiales naturales, ofreciendo una solución más eficiente y amigable con el entorno. El principal hallazgo de este estudio es que las diferencias identificadas entre el hormigón reciclado y el convencional son mínimas y no comprometen su viabilidad estructural. Las pruebas mecánicas confirmaron que el hormigón con agregados gruesos reciclados puede alcanzar los niveles de resistencia y desempeño necesarios para su aplicación en pavimentos duros, siempre que se realicen ajustes en las proporciones de mezcla y se monitoree la calidad del material reciclado. Dicho esto, se concluye que el hormigón reciclado puede utilizarse sin inconvenientes en la construcción de pavimentos duros, representando una solución técnica, económica y ambientalmente sostenible. En resumen, el estudio valida el uso de partículas gruesas recicladas como sustitutos parciales de agregados naturales en la producción de hormigón, destacando su alto potencial para aplicaciones exigentes como pavimentos. Este enfoque no solo asegura un rendimiento estructural adecuado, y reducción de costos, lo que lo convierte en una alternativa prometedora para el desarrollo de infraestructuras modernas y resilientes.

(Bedoya Barrientos & Condori Blanco, 2021) tesis "Influencia de ceniza de rastrojo de cebada y fibra de chillihua en un concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, distrito Puno - Puno 2021". En 2021, investigadores en Puno analizaron el efecto de la ceniza de rastrojo de cebada y fibra de Chillihua en las propiedades mecánicas del concreto. Utilizando un enfoque cuantitativo con diseño cuasiexperimental, evaluaron tres niveles de adición (1%, 3% y 5% del peso del cemento) y tiempos de curado de 7, 14 y 28 días. Las pruebas de tracción, compresión, flexión, durabilidad y permeabilidad revelaron que, aunque ambos materiales mejoraron ciertas propiedades, la ceniza de rastrojo de cebada tuvo mayor influencia en el desempeño del concreto. En particular, la ceniza actuó como un componente puzolánico, mejorando la resistencia a la compresión y la durabilidad del concreto al reaccionar químicamente con el hidróxido de calcio producido durante el proceso de hidratación del cemento. Esto resultó en una mayor formación de compuestos que densifican la matriz del concreto, reduciendo la porosidad y mejorando sus propiedades mecánicas generales. Por



otro lado, la fibra de Chillihua, aunque menos influyente en la resistencia a la compresión, mostró una contribución notable en la resistencia a la flexión y tracción indirecta del concreto. Su inclusión proporcionó una mayor tenacidad y capacidad de absorber energía, lo que hace que el concreto sea menos propenso a fisurarse bajo esfuerzos de tracción y flexión. Sin embargo, se observó que la dosificación óptima para ambas adiciones se encontraba en el rango de 3%, ya que una mayor incorporación (5%) resultó en una leve disminución de las propiedades debido a problemas de trabajabilidad y dispersión de los materiales. Finalmente, los investigadores concluyeron que los elementos naturales provenientes del distrito de Puno, particularmente el rastrojo de cebada y la fibra de Chillihua, pueden ser utilizados para optimizar las mezclas de concreto, proporcionando beneficios tanto mecánicos como ambientales. Estos materiales no solo realzan el diseño de combinación inicial al mejorar características clave del concreto, sino que también promueven el uso de recursos locales y sostenibles, reduciendo la dependencia de materiales convencionales y disminuyendo los costos asociados. Además, el uso de estos materiales contribuye a la gestión eficiente de residuos agrícolas y naturales, alineándose con los principios de la economía circular y la construcción sostenible. En conclusión, este estudio demuestra que la incorporación de ceniza de rastrojo de cebada y fibra de Chillihua en el concreto puede generar mejoras significativas en su desempeño, especialmente en resistencia mecánica y durabilidad, cuando se aplican en proporciones adecuadas. El éxito de estos materiales locales resalta su potencial para ser adoptados en futuras investigaciones y proyectos constructivos en la región de Puno, aportando soluciones económicas, ecológicas y técnicamente viables para el desarrollo de infraestructura.

## **2.2 Bases teóricas.**

### **2.2.1 El concreto.**

Como adjetivo, denota un objeto firme, tangible o condensado. Se contrasta con lo general o abstracto ya que pertenece a algo específico y exacto. En la industria de la



construcción, el hormigón, a menudo denominado material compuesto, se utiliza como componente principal. Está compuesto principalmente por un aglutinante, agregados, agua y aditivos especializados. El aglutinante normalmente consiste en cemento, a menudo cemento Portland, combinado con una cantidad adecuada de agua para iniciar. Por tanto, el hormigón se utiliza habitualmente en combinación con acero para formar un material compuesto conocido como hormigón armado.

### **Los componentes principales del concreto son:**

**Cemento:** Sirve como adhesivo que une los componentes restantes. El cemento Portland, una mezcla de cal, arcilla y otros minerales, es más utilizado.

El agua se utiliza para iniciar la reacción química del cemento y simplificar el proceso de mezcla y colocación del hormigón.

**Aditivos:** Estas sustancias se pueden incluir en el concreto para alterar sus características, como retrasar o acelerar el tiempo que tarda el concreto en endurecerse, mejorar su resistencia, aumentar su capacidad de moldearse o limitar su capacidad para permitir el paso de líquidos. a través de.

Luego de ser mezclado y colocado en moldes o con la forma adecuada, el concreto sufre un proceso químico llamado hidratación, cuando los componentes del cemento reaccionan con el agua. Este proceso hace que el hormigón se endurezca y aumente su resistencia gradualmente con el tiempo. El resultado es una sustancia resistente y duradera que puede soportar cantidades sustanciales de peso, razón por la cual se utiliza en una amplia gama de propósitos, incluidos cimientos, estructuras de construcción, carreteras y puentes.

#### **2.2.1.1 Tipos de concreto**

El concreto convencional se mezcla generalmente en el lugar de la obra o en plantas de concreto, y luego se coloca en moldes o en las formas deseadas. Después de la colocación, el concreto se deja fraguar y endurecer, alcanzando gradualmente su resistencia final. Es importante tener en cuenta que, aunque el concreto convencional es versátil y ampliamente utilizado, hay diferentes tipos de concreto diseñados para cumplir

con requisitos específicos, como el concreto reforzado, el concreto de alta resistencia, el concreto premezclado, entre otros, cada uno adaptado a aplicaciones particulares en la construcción.

**Concreto reforzado:** El concreto reforzado es un tipo de concreto que incorpora materiales de refuerzo, generalmente barras de acero, para mejorar su capacidad de resistir fuerzas de tracción. El hormigón tiene un alto grado de resistencia a la compresión, tiende a ser más débil frente a fuerzas de tracción y flexión. El acero, que tiene una alta resistencia a la tracción, se utiliza para compensar esta debilidad.

**Los componentes básicos del concreto reforzado incluyen:**

**Cemento Portland:** Actúa como el aglutinante que une los otros materiales.

**Agua:** Es esencial para la hidratación del cemento y para facilitar la mezcla y colocación del concreto.

**Agregados:** Arena y grava proporcionan volumen al concreto y mejoran sus propiedades mecánicas.

**Refuerzo de acero:** Se incorpora en forma de barras o mallas para mejorar la resistencia a tracción y flexión del concreto.

El proceso de construcción con concreto reforzado generalmente implica la creación de moldes o formas en las que se vierte la mezcla de concreto. Las barrillas de acero se colocan estratégicamente dentro de estas formas antes de verter el concreto, asegurando así que el acero esté ubicado en las áreas donde se espera que el concreto esté sujeto a tensiones. El concreto reforzado se utiliza en la construcción de estructuras que experimentan cargas significativas, como edificios, puentes, represas, pilares, vigas y losas. La combinación de concreto y acero le confiere al material una mayor capacidad para resistir tensiones y flexiones.

**Concreto premezclado:** El concreto premezclado, también conocido como concreta premezcla o concreto listo para usar, es una mezcla de concreto que se produce en una planta de concreto y se entrega al lugar de la construcción en camiones

mezcladores. Este tipo de concreto se ha vuelto muy popular debido a su conveniencia y consistencia en términos de calidad.

#### **Las principales características del concreto premezclado incluyen:**

**Producción en planta:** El concreto premezclado se produce en instalaciones de lotes o plantas de concreto. En estas plantas, los materiales, como cemento, agregados, agua y aditivos, se mezclan de manera controlada y precisa para asegurar una calidad uniforme.

**Transporte en camiones mezcladores:** Después de la mezcla en la planta, el concreto se carga en camiones mezcladores. Estos camiones están equipados con un tambor giratorio que mantiene la mezcla en estado fresco durante el transporte. La rotación continua del tambor evita que los ingredientes se separen antes de llegar al sitio de construcción.

**Listo para usar:** El concreto premezclado se entrega al lugar de la construcción en estado fresco y listo para ser colocado. Esto elimina la necesidad de mezclar concreto en el sitio, lo que ahorra tiempo y esfuerzo.

**Calidad controlada:** La producción en planta permite un control más preciso sobre los ingredientes y las proporciones utilizadas, lo que contribuye a una mayor consistencia en la calidad del concreto.

El uso de concreto premezclado ofrece beneficios significativos en términos de eficiencia y calidad del producto. Facilita la logística de construcción al reducir el tiempo y los recursos necesarios para mezclar concreto en el lugar. Además, al recibir un producto premezclado de una planta con procesos controlados, los constructores pueden confiar en una mezcla consistente y de alta calidad.

**Concreto de alta resistencia:** Una variante del hormigón normal, el hormigón de alta resistencia, ha sido diseñado para tener propiedades mecánicas.

**Mayor proporción de cemento:** El HAC a menudo contiene una mayor cantidad de cemento Portland. El uso de una mayor proporción de cemento contribuye a lograr resistencias a la compresión más altas.



**Uso de aditivos:** Se pueden agregar aditivos específicos para mejorar las propiedades del concreto, como aceleradores o superplastificantes.

**Proceso de curado cuidadoso:** Aplicaciones donde se requiere una capacidad de carga excepcional o donde se busca reducir las secciones transversales de los elementos estructurales sin comprometer la seguridad y la integridad. Algunas de las aplicaciones típicas incluyen pilares de edificios altos, columnas, vigas y estructuras de puentes. Es importante tener en cuenta que la producción y el uso de concreto de alta resistencia deben llevarse a cabo siguiendo prácticas y estándares específicos para garantizar un rendimiento confiable y seguro en las aplicaciones estructurales.

**Concreto autocompactante (CAC):** El concreto autocompactante (CAC) es un tipo de concreto que tiene la capacidad de fluir y llenar completamente un molde o forma sin necesidad de vibración externa. A diferencia del concreto convencional, que a menudo requiere vibrado para asegurar la compactación y la eliminación de espacios vacíos, el CAC es capaz de alcanzar una distribución uniforme y completa por sí mismo.

#### **Las características principales del concreto autocompactante incluyen:**

**Fluidez:** El CAC tiene una consistencia fluida que le permite fluir libremente y llenar completamente las formas, independientemente de su complejidad, sin segregación de los materiales.

**Alta cohesión:** A pesar de su fluidez, el CAC mantiene una alta cohesión, lo que evita la segregación de los agregados y permite que el concreto se mantenga homogéneo.

**Reducción de la necesidad de vibración:** Debido a su capacidad autocompactante, el CAC reduce o elimina la necesidad de vibración externa durante la colocación, lo que ahorra tiempo y esfuerzo en el proceso de construcción.

**Aditivos especiales:** Se utilizan aditivos especiales, como superplastificantes y estabilizadores de flujo, para mejorar las propiedades de fluidez y cohesión del CAC.

El concreto autocompactante es especialmente útil en situaciones donde la vibración tradicional es difícil o imposible de aplicar, como en estructuras complejas, elementos arquitectónicos detallados o áreas con congestión de armaduras. También se

utiliza para mejorar la eficiencia en la construcción y garantizar una distribución uniforme del concreto en moldes o encofrados complicados. El desarrollo y la implementación del concreto autocompactante han llevado a mejoras significativas en la eficiencia constructiva y han ampliado las posibilidades de diseño arquitectónico. Este tipo de concreto es particularmente apreciado en proyectos que buscan la optimización del trabajo y la calidad de la construcción.

**Concreto ligero:** El concreto ligero es una variedad de concreto que se caracteriza por tener una densidad significativamente menor que la del concreto convencional. Esta reducción de peso se logra mediante la incorporación de agregados livianos, como perlita, vermiculita, escoria de alto horno, ceniza volante o espumas químicas. La baja densidad del concreto ligero lo hace especialmente útil en aplicaciones donde se busca reducir el peso de la estructura sin comprometer demasiado la resistencia y la durabilidad.

**Algunas características clave del concreto ligero incluyen:**

**Agregados livianos:** Se utilizan materiales livianos en lugar de los agregados convencionales (arena y grava) para reducir la densidad del concreto. Estos agregados pueden incluir perlita, vermiculita, arcilla expandida, ceniza volante, entre otros.

**Densidad reducida:** El concreto ligero generalmente tiene una densidad que varía entre 1,600 y 1,800 kg/m<sup>3</sup>, en comparación con la densidad típica del concreto convencional que es alrededor de 2,400 kg/m<sup>3</sup>.

**Mayor aislamiento térmico y acústico:** Debido a su menor densidad, el concreto ligero puede proporcionar un mejor aislamiento térmico y acústico en comparación con el concreto convencional.

**Facilidad de manejo:** La menor densidad del concreto ligero facilita su manipulación y transporte, lo que puede ser beneficioso en ciertos contextos de construcción.

**Variabilidad en resistencia:** La resistencia del concreto ligero puede variar según el tipo y la cantidad de agregados livianos utilizados. Se pueden ajustar las mezclas para adaptarse a los requisitos específicos del proyecto.

El concreto ligero se utiliza comúnmente en aplicaciones donde la carga estructural no es tan crítica, pero se busca reducir el peso muerto de la estructura. Algunos ejemplos de aplicaciones incluyen:

**Construcción de edificaciones:** En ciertos elementos no estructurales, como particiones, paneles de pared y elementos arquitectónicos.

**Construcción de carreteras y puentes:** En elementos no sometidos a cargas pesadas.

**Construcción de bloques y paneles prefabricados:** Para facilitar la manipulación y el transporte.

**Aislamiento térmico y acústico:** En aplicaciones donde se buscan propiedades aislantes. Es importante considerar las propiedades específicas del concreto ligero y su resistencia en función de las necesidades del proyecto antes de su aplicación.

**Algunas de las características del concreto de alta resistencia incluyen:**

**Menor permeabilidad:** El concreto de alta resistencia suele tener una menor porosidad y permeabilidad, lo que reduce la penetración de agua y otros líquidos corrosivos, lo que contribuye a su longevidad.

**Reducción de secciones estructurales:** Debido a su mayor resistencia, el concreto de alta resistencia permite la reducción de las secciones estructurales, lo que puede resultar en estructuras más delgadas y livianas sin comprometer la resistencia.

**Mejor comportamiento sísmico:** La mayor resistencia y rigidez del concreto de alta resistencia pueden mejorar su capacidad para resistir cargas sísmicas y otros eventos extremos.

**Concreto poroso:** Este tipo de concreto es permeable al agua debido a la presencia de vacíos o poros en su estructura, lo que facilita el drenaje y la infiltración del agua de lluvia hacia el suelo.

**Algunas características clave del concreto permeable incluyen:**

**Granos gruesos y finos:** La mezcla de concreto permeable suele incluir agregados gruesos y finos, lo que contribuye a la formación de poros en la matriz.



**Menor cantidad de finos:** Se reduce la cantidad de finos (partículas más pequeñas) en comparación con el concreto convencional.

**Drenaje rápido:** La permeabilidad del concreto facilita el drenaje rápido del agua, lo que ayuda a prevenir la acumulación de agua en la superficie.

**Control de escorrentía:** Se utiliza en aplicaciones donde se busca controlar la escorrentía y recargar los acuíferos.

**Áreas de estacionamiento:** El concreto permeable se utiliza en superficies de estacionamiento para reducir la escorrentía superficial y permitir que el agua se infiltre en el suelo.

**Senderos y aceras:** Puede ser utilizado en áreas peatonales para mejorar la gestión del agua y reducir la formación de charcos.

**Zonas urbanas:** En áreas urbanas, el concreto permeable puede contribuir a la reducción del efecto isla de calor urbano y mejorar la calidad del agua al permitir que el agua se filtre naturalmente.

**Áreas recreativas:** Se puede utilizar en áreas recreativas, como canchas de tenis o parques, para reducir el escurrimiento y mejorar la absorción del agua.

**Proyectos de infraestructura verde:** En proyectos de infraestructura verde, el concreto permeable puede ser parte de estrategias para gestionar las aguas pluviales y promover la sostenibilidad.

El concreto permeable presenta ventajas ambientales al contribuir a la recarga de acuíferos, reducir la escorrentía superficial y mejorar la calidad del agua. Sin embargo, su diseño y aplicación deben ser cuidadosamente planificados para asegurar una función efectiva y duradera

#### 2.2.1.2 Concreto fresco

Algunas características y conceptos clave relacionados con el concreto fresco incluyen:

**Trabajabilidad:** Mezclar, transportar, colocar y compactar hormigón fresco sin segregación significativa o pérdida de homogeneidad es a lo que nos referimos cuando hablamos de su trabajabilidad.



**Tiempo de vida útil:** El tiempo durante el cual el concreto fresco conserva su trabajabilidad se conoce como tiempo de vida útil o tiempo de trabajabilidad. Este tiempo puede variar según las condiciones climáticas, la composición de la mezcla y los aditivos utilizados.

**Colocación:** según los requisitos del proyecto. La colocación debe realizarse de manera que se evite la segregación y se logre la compactación adecuada.

**Compactación:** La compactación es el proceso de eliminar el aire atrapado y consolidar el concreto fresco para mejorar su densidad y resistencia. Puede lograrse mediante vibración, compactación manual o utilizando herramientas especializadas.

**Curado:** Después de la colocación y compactación, el concreto a un proceso de curado para permitir que la hidratación del cemento ocurra y para lograr el desarrollo óptimo de sus propiedades mecánicas y duraderas.

La correcta proporción de los ingredientes, la adecuada manipulación y colocación, y el curado apropiado son aspectos clave para lograr un concreto duradero y de calidad.

### 2.2.1.3 Concreto endurecido

El concreto que ha pasado por el proceso de fraguado y ha alcanzado su resistencia y dureza final. Después de un período de tiempo, conocido como tiempo de fraguado, durante el cual el concreto pasa de ser plástico y maleable a endurecerse, se considera que el concreto ha alcanzado su estado endurecido. Este proceso de endurecimiento es el resultado de la hidratación del cemento, que forma compuestos cristalinos en la matriz del concreto.

**Módulo de elasticidad:** Un indicador de la rigidez del hormigón es su módulo de elasticidad. Significa que el hormigón puede sufrir deformación elástica cuando se somete a cargas.

**Contracción y expansión:** El concreto endurecido puede experimentar contracción debido a la pérdida de agua durante el proceso de secado. Sin embargo, también puede expandirse en ciertos casos, como cuando se ve afectado por la exposición a altas temperaturas.

**Porosidad:** A pesar de su apariencia sólida, el concreto endurecido puede contener poros y capilares.

**Textura superficial:** La textura superficial del concreto endurecido puede variar según el método de acabado utilizado durante la colocación y la compactación, así como la presencia de agregados decorativos.

#### 2.2.1.4 Materiales

➤ **Cemento:** El cemento es un aglutinante hecho de un material flexible y finamente pulverizado. El procedimiento comienza con la calcinación y posterior trituración de una mezcla de arcilla y piedra caliza para crear este material. Cuando se expone al agua, este material posee la propiedad única de solidificarse. Después de triturar las rocas hasta convertirlas en clinker, se añade una pequeña cantidad de yeso para convertirlo en cemento. Gracias a este ingrediente, la mezcla no se encogerá cuando se agregue agua, sino que se solidificará con el paso del tiempo.

El cemento suele ser envasado en bolsas o sacos, con un peso y volumen designado que puede variar según las normas de cada nación. Una bolsa estándar de cemento suele pesar 42,5 kilogramos y tiene una capacidad de 1 pie cúbico.

➤ **Agua:** En construcción, el agua es un componente esencial para mezclar cemento, arena y grava, formando concreto y mortero para estructuras como cimientos, columnas y losas. Además, facilita el fraguado y endurecimiento del concreto, limpia herramientas, controla el polvo y cubre otras necesidades en obra. (Teye et al., 2018).

➤ **Agregados:** Elementos cruciales de la mezcla de hormigón y tienen un impacto fundamental en la creación de construcciones resistentes y duraderas. Los agregados constituyen alrededor del 60-75% del volumen total de hormigón.

#### 2.2.2 Agregados

**Agregados gruesos:** Son partículas de material que son mayores que 4.75 mm (3/16 de pulgada) de tamaño. Estos incluyen grava, piedra triturada y escoria.

**Agregados finos:** Son partículas de material que son menores que 4.75 mm (3/16 de pulgada) de tamaño. Estos incluyen arena natural, arena triturada y polvo de piedra.

Algunas características importantes de los agregados para la elaboración de concreto incluyen:

**Tamaño y distribución de partículas:** Los agregados deben tener tamaños uniformes y estar bien graduados para garantizar una buena compactibilidad y resistencia del concreto.

**Forma y textura:** Una forma y textura angular de los agregados puede proporcionar una mejor adherencia entre las partículas.

**Limpieza y pureza:** Los agregados deben estar libres de impurezas orgánicas, arcillas, limos y materiales vegetales, ya que estos pueden afectar negativamente la resistencia y durabilidad del concreto.

**Densidad y absorción de agua:** Los agregados deben tener una densidad adecuada y una baja absorción de agua para garantizar la durabilidad y resistencia.

tipo de concreto que se esté produciendo, las condiciones del sitio y los requisitos específicos de resistencia y durabilidad del proyecto de construcción.

#### 2.2.2.1 Tipos de agregados.

Como el tamaño de las partículas, la procedencia, la forma, la densidad, entre otros. A continuación, se presentan algunas de las clasificaciones más comunes de los agregados:

##### Según el Tamaño de las Partículas:

- Agregados Gruesos: Partículas con tamaño mayor a 4.75 mm (número 4 en la malla ASTM). Ejemplos incluyen grava y piedra triturada.
- Agregados Finos: Partículas con tamaño menor o igual a 4.75 mm. Incluyen arena natural, arena manufacturada (arena triturada), y polvo de piedra.

Según la Procedencia:

- Agregados Naturales: Provenientes de fuentes naturales, como ríos, lagos o canteras.
- Agregados Manufacturados: Producidos artificialmente, como arena triturada o escoria.

Según la Forma de las Partículas:

- Agregados Angulares: Partículas con bordes afilados. Pueden mejorar la resistencia del concreto debido a una mejor interlock entre partículas.
- Agregados Redondeados: Partículas con formas más suaves y redondeadas. Suelen tener una mejor trabajabilidad.

Según la Densidad:

- Agregados Ligeros: Tienen una densidad más baja que la de los agregados convencionales. Pueden ser utilizados para reducir el peso del concreto.
- Agregados Pesados: Tienen una densidad más alta y se utilizan para aumentar la masa del concreto, proporcionando protección contra radiaciones o para lograr propiedades específicas.

Según la Composición:

- Agregados Simples: Compuestos por un solo tipo de material, como grava o arena.
- Agregados Compuestos: Compuestos por dos o más tipos de materiales, como una mezcla de grava y arena.

Según el Uso Específico:

- Agregados para Concreto Liviano: Seleccionados para reducir el peso del concreto.

Según el Origen Geológico:

- Agregados Ígneos: Provenientes de rocas ígneas, como granito y basalto.
- Agregados Sedimentarios: Provenientes de rocas sedimentarias, como caliza y arenisca.
- Agregados Metamórficos: Provenientes de rocas metamórficas, como mármol y esquisto.

### **2.2.3 Polvo de concreto reciclado**

Esto implica la trituración y procesamiento de concreto antiguo o desperdicios de construcción y demolición para producir materiales reciclados que se pueden utilizar en la

fabricación de nuevo concreto u otros fines constructivos. Aquí hay algunos puntos clave sobre el polvo de concreto reciclado:

**Generación durante el Reciclaje:** se genera cuando se tritura y procesa concreto antiguo o residuos de construcción y demolición. Este polvo es típicamente más fino que los agregados reciclados más gruesos y puede incluir partículas de cemento, arena y otros materiales.

**Composición:** dependerá de la composición original del concreto reciclado. Puede contener cemento, áridos (arena y grava), y otros posibles aditivos o materiales presentes en el concreto original.

**Aplicaciones Posibles:** se puede utilizar como un componente en la fabricación de nuevo concreto, especialmente en situaciones donde se busca la sostenibilidad y se desea reducir la demanda de recursos naturales. También puede ser utilizado en otros fines constructivos, como relleno o estabilización de suelos.

**Beneficios Ambientales:** La reciclabilidad del concreto y la utilización de PCR pueden contribuir a la reducción de residuos de construcción y demolición, así como a la conservación de recursos naturales, ya que se reutilizan los materiales existentes.

**Normativas y Directrices:** La utilización del polvo de concreto reciclado en la construcción puede estar sujeta a normativas y directrices específicas según la región. Es crucial cumplir con estas regulaciones para garantizar la seguridad y la eficacia de los proyectos.

### 2.2.3.1 Características de polvo de concreto reciclado

Las características del polvo de concreto reciclado pueden variar dependiendo de varios factores, como el proceso de reciclaje utilizado, la composición original del concreto, y cualquier contaminación o impurezas presentes. Sin embargo, algunas características comunes del polvo de concreto reciclado incluyen:

**Propiedades físicas:** Las propiedades físicas del polvo de concreto reciclado pueden incluir densidad, porosidad, forma de las partículas y distribución del tamaño de partícula.

Propiedades mecánicas: Estas propiedades pueden incluir resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, módulo de elasticidad y resistencia a la abrasión. La resistencia y otras propiedades mecánicas pueden variar según la cantidad y tipo de agregados reciclados presentes en el polvo de concreto.

### 2.2.3.2 Cualidades del polvo de concreto reciclado

Según diversos factores, como la fuente del concreto reciclado, el proceso de reciclaje, y la presencia de impurezas. Sin embargo, a continuación, se mencionan algunas propiedades generales que se pueden observar en el polvo de concreto reciclado:

**Granulometría:** La distribución del tamaño de partícula del polvo de concreto reciclado puede afectar sus propiedades. La granulometría puede influir en la trabajabilidad del concreto en el que se utilice.

**Composición Química:** La composición química del PCR reflejará la composición original del concreto reciclado. Puede contener cemento, áridos, aditivos y otros materiales presentes en el concreto original.

**Resistencia:** La resistencia a la compresión del concreto en el que se utiliza el polvo de concreto reciclado puede oscilar cantidad y calidad del polvo. La presencia de partículas finas puede afectar la resistencia.

**Absorción de Agua:** El polvo de concreto reciclado puede tener una absorción de agua diferente en comparación con otros materiales. Esto puede influir en la cantidad de agua requerida en la mezcla de concreto y en la durabilidad del concreto resultante.

**Densidad:** La densidad del polvo de concreto reciclado puede variar y afectar. Se debe considerar al diseñar mezclas de concreto con agregados reciclados.

**Contenido de Sílice:** La presencia de sílice en el polvo de concreto reciclado es un aspecto importante a considerar debido a los posibles riesgos para la salud asociados con la exposición al polvo de sílice.

**Color:** El color del polvo de concreto reciclado puede variar según la fuente y los materiales originales del concreto reciclado.



**Reactividad Álcali-Árido:** La reactividad álcali-árido es un fenómeno que puede afectar la durabilidad del concreto. Se debe evaluar para garantizar que el polvo de concreto reciclado no contribuya a este problema.

#### 2.2.4 *Cemento Portland*

El polvo finamente pulverizado compuesto principalmente de silicatos de calcio y, en menor medida, de aluminatos de calcio. Cuando se combina con agua, crea una pasta que se solidifica y se endurece a temperatura ambiente normal. A veces se le conoce como "cemento hidráulico" debido a su capacidad para fraguar y solidificarse con el agua para crear una sustancia con características aglutinantes excepcionales.

Un tipo de cemento hidráulico que encuentra amplias aplicaciones en la construcción, una combinación calcinada de arcilla y piedra caliza, junto con yeso u otros aditivos que controlan el tiempo de fraguado.

El cemento elaborado mediante este proceso se llama "Portland" porque sus características recuerdan mucho a las de las rocas calizas inglesa de Portland. Joseph Aspdin, un albañil de Gran Bretaña, creó este tipo de cemento en el siglo XIX.

El ingrediente principal en la es el cemento Portland. Le da a las mezclas de agregados su resistencia estructural y cohesividad cuando se combina con agua para formar una pasta que, cuando se deja curar, se endurece.

Las principales cualidades del cemento Portland son su adaptabilidad a diferentes contextos de construcción, su capacidad para lograr resistencias tanto tempranas como finales y su longevidad. Se encuentran disponibles una variedad de variedades de cemento Portland, incluidos Tipo I, Tipo II, Tipo III, Tipo IV y Tipo V, para satisfacer las demandas de diversos climas y sitios de construcción.

##### 2.2.4.1 **Componentes del Cemento**

**Yeso:** Ayuda a controlar la reacción de hidratación del clinker, lo que afecta la velocidad de endurecimiento del cemento.



**Adiciones:** Estos son materiales adicionales que se pueden agregar al cemento para mejorar ciertas propiedades. Algunas adiciones comunes incluyen escoria de alto horno, cenizas volantes, puzolanas y otros materiales cementantes suplementarios.

**Agua:** El agua se mezcla con el cemento para formar una pasta que se puede verter, esparcir o moldear. La cantidad de agua utilizada en la mezcla de cemento afecta la trabajabilidad y la resistencia del concreto resultante.

#### 2.2.4.2 Tipos de Cementos

Existen varios tipos de cemento Portland, cada uno diseñado para cumplir con requisitos específicos de resistencia, durabilidad y aplicaciones particulares en la construcción. Algunos de los tipos más comunes son: Cemento Portland Tipo I: También conocido como cemento ordinario, es el tipo más común y se utiliza en una amplia gama de aplicaciones de construcción general donde no se requieren características especiales de resistencia o durabilidad.

Cemento Portland Tipo II: Este tipo de cemento es adecuado para estructuras expuestas a condiciones moderadas de sulfatos, como suelos con contenido moderado de sulfatos o agua de mar.

Cemento Portland Tipo III: Conocido como cemento de alta resistencia inicial, se caracteriza por su rápido desarrollo de resistencia temprana. Se utiliza en aplicaciones donde se requiere una resistencia temprana elevada, como en la construcción de estructuras prefabricadas o reparaciones rápidas.

Cemento Portland Tipo IV: Este tipo de cemento está diseñado para proporcionar una baja velocidad de liberación de calor durante el fraguado.

Cemento Portland Tipo V: También conocido como cemento de alta resistencia a los sulfatos, se utiliza en entornos donde el suelo o el agua contienen concentraciones elevadas de sulfatos, lo que puede provocar la deterioración del concreto.

Cemento Portland Tipo IS: Es una combinación de cemento Portland Tipo I y escoria granulada de alto horno. Se utiliza para mejorar la resistencia a los sulfatos y reducir el calor de hidratación.

### 2.2.4.3 Puzolana

Las puzolanas pueden ser de origen natural o artificial. Las puzolanas naturales son materiales como la ceniza volcánica, la arcilla calcinada, la diatomita, la piedra pómez, entre otros. Estos materiales se han utilizado desde la antigüedad en la fabricación de morteros y concretos debido a su capacidad para mejorar las propiedades del cemento y aumentar la durabilidad de las estructuras.

Por otro lado, las puzolanas artificiales son subproductos industriales que se producen durante ciertos procesos, como la quema de carbón, la producción de acero y la generación de energía eléctrica a partir de residuos. Algunos ejemplos de puzolanas artificiales son las cenizas volantes, la escoria de alto horno y el humo de sílice.

Las puzolanas reaccionan con el hidróxido de calcio (cal) liberado durante la hidratación del cemento Portland, formando compuestos adicionales de cemento que mejoran la resistencia, la durabilidad y otras propiedades del concreto. Además, las puzolanas pueden ayudar a reducir el riesgo de expansión y agrietamiento causado por la reacción álcali-agregado.

La puzolana es un material silíceo o aluminoso, de origen natural o artificial, que puede ser utilizado como adición o suplemento en la fabricación del cemento Portland y otros productos de construcción. Se mezcla con el cemento para mejorar ciertas propiedades del concreto. Aquí hay información más detallada sobre la puzolana:

#### **Origen y Tipos:**

- Natural: Puede encontrarse de forma natural, como la puzolana volcánica.
- Artificial: También se puede producir artificialmente a través de procesos industriales.

#### **Composición:**

- Las puzolanas son ricas en sílice y alúmina. Ejemplos incluyen ceniza volante, humo de sílice, metacaolín y escoria de alto horno.

#### **Propiedades Beneficiosas:**

- Reducción del Calor de Hidratación: Puede ayudar a reducir la liberación de calor durante la hidratación, lo que es beneficioso en algunas aplicaciones.

#### **Usos y Aplicaciones:**

- Mezcla con Cemento: Se agrega a la mezcla de cemento para mejorar los atributos del concreto.
- Concreto Puzolánico: Cuando se usa una cantidad significativa de puzolana, se puede hablar de concreto puzolánico.

#### **Ventajas del Uso de Puzolana en el Concreto:**

- Aumento de Resistencia: Contribuye al desarrollo de resistencia mecánica del concreto.
- Mejora de la Durabilidad: Ayuda a reducir la permeabilidad del concreto y mejora su resistencia a la corrosión.

#### **Sostenibilidad:**

- La incorporación de puzolana en la mezcla de concreto puede ser considerada una práctica sostenible, ya que reduce la cantidad de cemento Portland necesario, disminuyendo así la demanda de recursos naturales
- **Normativas y Estándares:**
- Las normativas de construcción suelen especificar requisitos para el uso de puzolana en diferentes aplicaciones. Es importante seguir estas normativas para garantizar un rendimiento adecuado.

### **2.2.5 Esfuerzo a compresión**

Las unidades de medida megapascal (MPa) o libras por pulgada cuadrada (psi) se utilizan a menudo para describirlo. Cuando se trata de ingeniería estructural y de determinar si el hormigón es adecuado o no para diferentes aplicaciones de construcción, esta característica es absolutamente necesaria. La resistencia a la compresión del hormigón se analiza con más detalle en el siguiente material:



**Método de Evaluación:** La resistencia a la compresión del concreto se determina mediante ensayos de compresión, donde se someten especímenes cilíndricos o cúbicos de concreto a cargas de compresión hasta que fallan.

**Factores que Influyen:**

- **Relación Agua-Cemento (a/c):** La relación entre la cantidad de agua y cemento en la mezcla de concreto es crítica. Relaciones más bajas tienden a mejorar la resistencia.
- **Tipo y Cantidad de Cemento:** Diferentes tipos de cemento y sus cantidades afectan la resistencia.
- **Calidad y Tipo de Agregados:** Agregados bien graduados y de alta calidad contribuyen positivamente a la resistencia.

**Clasificación según Resistencia:** El concreto se clasifica en diferentes categorías según su resistencia a la compresión. Por ejemplo, el concreto de resistencia normal tiene una resistencia típica que va de 20 MPa a 40 MPa.

**Control de Calidad:** La realización de ensayos de resistencia a la compresión es crucial para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad en la producción del concreto. Se toman muestras representativas durante la construcción.

**Normativas y Especificaciones:** Las normativas de construcción suelen especificar requisitos mínimos de resistencia a la compresión para diferentes tipos de concreto y aplicaciones específicas.

**Seguridad Estructural:** Los ingenieros estructurales consideran esta propiedad al diseñar estructuras.

La resistencia a la compresión del concreto es un parámetro crítico que influye en la durabilidad y el rendimiento de las estructuras de concreto. Un adecuado control de calidad y la selección de la mezcla de concreto adecuada son fundamentales para asegurar que el concreto cumpla con los requisitos de resistencia necesarios para su aplicación específica.

### 2.2.6 Método de diseño de mezcla ACI – 211

Rivva (2018) Según el comunicado, el Comité 211 de ACI ha establecido una estrategia para crear combinaciones. El método que se utilizó para determinar las proporciones se considera adecuado para concreto de peso típico, y también se considera adecuado para las características particulares que se especifican en cada una de las Tablas. El hormigón pesado y el hormigón ciclópeo son dos tipos de hormigón que comparten hechos fundamentales y métodos de diseño comunes, lo que significa que examinar ambos tipos de hormigón puede proporcionar información importante. La persona que es responsable de generar la composición está sujeta a ciertas limitaciones como resultado de las cualidades de la responsabilidad. La relación máxima agua-cemento se encuentra entre las muchas limitaciones que pueden encontrarse.

- La cantidad mínima prescrita de contenido de cemento.
- El nivel más alto permitido de contenido de aire.

El fenómeno de personas o grupos que establecen domicilios permanentes dentro de una determinada ubicación geográfica se denomina "asentamiento" y el término "asentamiento" incorpora este fenómeno.

El diseño de mezcla según el método ACI 211 implica varios pasos fundamentales para determinar las proporciones óptimas de los materiales constituyentes del concreto. Estos pasos son los siguientes:

Determinar las proporciones iniciales: Basado en la resistencia requerida y las características de los materiales seleccionados, establecer una mezcla inicial aproximada de los componentes del concreto.

Realizar ensayos de laboratorio: Preparar y ensayar muestras de concreto de acuerdo con las proporciones iniciales.

Ajustar las proporciones: Si es necesario, ajustar las proporciones de los materiales para alcanzar la resistencia deseada y otras características requeridas del concreto, basado en los resultados de los ensayos de laboratorio.



Verificar las propiedades del concreto: Realizar pruebas adicionales para verificar que el concreto cumple con los requisitos de diseño en cuanto a resistencia, trabajabilidad, durabilidad y otras propiedades específicas.

## **2.3 Marco conceptual**

### **2.3.1 Agregados.**

El hormigón se fabrica mezclando materiales granulares llamados áridos con cemento líquido y agua. Cuando se combinan con otros ingredientes en la mezcla de hormigón, forman un bloque de construcción fuerte y duradero. Entre dos tercios y tres cuartos del volumen del hormigón proceden de los áridos.

### **2.3.2 Concreto.**

Cemento, arena, grava, agua y una adición ocasional de aditivos químicos son los componentes básicos que intervienen en la producción de hormigón, que es un material de construcción primario. El hormigón es material muy buscado en el sector de construcción debido a su extraordinaria resistencia y durabilidad, lo que lleva a un amplio reconocimiento de sus notables cualidades.

### **2.3.3 Cemento.**

La construcción, los cementos hidráulicos como el cemento Portland son necesarios para ligar y adherir diversos componentes, sobre todo en la producción de hormigón y mortero.

### **2.3.4 Polvo de concreto reciclado.**

Es un subproducto que se genera durante la manipulación y el trabajo con concreto. Este material puede ser reutilizado en la fabricación de nuevas piezas estructurales, con buena resistencia a las cargas.



### **2.3.5 Resistencia.**

La evaluación de la resistencia mecánica se realiza en intervalos de tiempo que se desvían del período convencional de 28 días; sin embargo, esto se hace únicamente con el fin de proporcionar información pertinente.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es experimental, ya que se ha modificado deliberadamente la variable independiente, se han efectuado mediciones de la variable dependiente y se han establecido grupos de comparación. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

#### 3.2 Método de Investigación

La investigación adopta el método científico, específicamente utilizando un enfoque cuantitativo. Esto implica un enfoque sistemático para plantear el problema, desarrollar un modelo teórico, derivar conclusiones específicas, llevar a cabo pruebas y llegar a conclusiones. Esta metodología sigue el marco propuesto por Bernal (2006).

#### 3.3 Nivel y tipo de la Investigación.

##### 3.3.1 *Nivel de la Investigación*

(Escudero y Cortez 2018), tiene como objetivo descubrir las causas y orígenes de un fenómeno. Busca comprender las razones subyacentes a los problemas que se



analizan, proporcionando una interpretación de la realidad y explicando la razón de ser de la situación. El propósito de este nivel de investigación es mejorar nuestra comprensión a través de métodos exploratorios y descriptivos. (p. 22). El propósito de esta investigación es dilucidar el objetivo o los fenómenos objeto de estudio, concretamente examinando el impacto del polvo de concreto reciclado en la resistencia.

### **3.3.2 Tipo de la Investigación**

Según Tamayo (2003), se lleva a cabo en entornos difíciles y sobre la base de características específicas se centra en el estudio y la aplicación del conocimiento. Así, esta investigación pretende centrarse en su aplicación práctica directa más que en los procesos teóricos. (p. 43). Por lo tanto, esta investigación se clasifica como aplicado, ya que implica la utilización de métodos y procesos específicos para modificar la variable con el fin de obtener resultados previstos, que luego se examinan de acuerdo con los objetivos establecidos.

## **3.4 Población y muestra**

### **3.4.1 Población**

Se presentan una o varios atributos específicos, determinadas por investigador, y que pueden abarcar desde la existencia hasta una fracción reducido de ocurrencias. (Hernández & Coello, 2008, pág. 73). Esta investigación se centra en una población de estudio compuesta por un total de 60 muestras de briquetas de concreto, las cuales serán generadas a través del ensayo de resistencia a la compresión.

### **3.4.2 Muestra**

Una muestra es una parte representativa de una población que optimiza tiempo y recursos. El proceso implica determinar la muestra y la unidad de análisis y requiere definir los límites de la población para hacer inferencias y establecer parámetros. (Hernández &

Coello, 2008, pág. 171). La investigación tiene la muestra de estudio de 60 briquetas de concreto de los cuales 15 son de la muestra patrón y 45 son de concretos con el empleo de polvo de concreto reciclado al 0.6%, 0.8% y 1%.

**Tabla 2***Numero de probetas a elaborarse*

Descripción	Cantidad	Días de ensayo
Concreto		
Concreto con polvo de concreto reciclado (0.6%)		
Concreto con polvo de concreto reciclado (0.8%)	15 briquetas	7, 14 y 28 días
Concreto con polvo de concreto reciclado (1%)		

### 3.5 Técnicas e instrumentos

#### 3.5.1 Técnicas de recolección

Las técnicas de investigación científica constituyen un conjunto de herramientas y procedimientos sistemáticos que facilitan la ejecución de las metodologías en el contexto de una investigación. Estas técnicas, al ser aplicadas rigurosamente, permiten la recolección, análisis e interpretación de datos de manera precisa, asegurando así la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos (Hernández & Duana, 2020). En el presente estudio, se empleará específicamente el método visual, el cual es una técnica fundamental en la investigación científica, particularmente en estudios de campo.

El enfoque observacional permitirá un análisis directo y detallado del proyecto de estudio, en este caso, centrado en los beneficios del uso de polvo de concreto reciclado como parte de la investigación. Este método implica la recopilación sistemática de datos a través de la observación cuidadosa y estructurada de fenómenos y comportamientos en su entorno natural. Para asegurar que esta observación sea objetiva y reproducible, se utilizarán instrumentos de medición específicos, que incluyen hojas de observación y formatos de campo diseñados para documentar de manera precisa y detallada cada aspecto relevante durante el proceso de investigación.



Estos instrumentos no solo servirán para registrar datos, sino que también facilitarán el análisis comparativo de la información recopilada, permitiendo identificar patrones, tendencias y relaciones significativas que contribuyan a un mayor entendimiento del impacto del polvo de concreto reciclado en el proyecto en cuestión. La implementación de estas técnicas, respaldada por una metodología sólida, garantizará que los hallazgos del estudio sean robustos y estén fundamentados en evidencia empírica.

### **3.5.2 Instrumentos de recolección**

En la investigación científica, es fundamental recopilar datos con precisión para asegurar la validez y confiabilidad de los resultados. Los instrumentos de medición utilizados deben ser diseñados para recoger información de manera exacta y pasar por un riguroso proceso de validación. Este proceso garantiza el instrumento mida con fidelidad lo que se propone medir, permitiendo obtener resultados consistentes y aplicables en contextos similares. (Hernández & Duana, 2020, pág. 52).

Los instrumentos de investigación son herramientas cuidadosamente elaboradas y calibradas para medir variables específicas dentro de un experimento o estudio. Estos instrumentos pueden incluir desde cuestionarios y encuestas hasta equipos de laboratorio y guías de observación, y su construcción se basa en fundamentos teóricos y prácticos que aseguran su eficacia. Además, se someten a pruebas experimentales que permiten ajustar y optimizar su funcionamiento antes de su implementación en el estudio, lo que garantiza que los datos recolectados sean lo más precisos y fiables posible.

En el contexto de este estudio, para el levantamiento de datos se emplearán formatos de laboratorio y guías de observación de campo como los principales instrumentos de medición. Los formatos de laboratorio estarán diseñados para registrar datos cuantitativos de manera sistemática, mientras que las guías de observación de campo se enfocarán en capturar datos cualitativos a través de la observación directa de los fenómenos estudiados.

El equipo central en este proceso será la guía de observación, la cual permitirá documentar de manera detallada las variables observadas en el campo. Este instrumento será clave para estructurar la recolección de datos, asegurando que se sigan criterios preestablecidos y que se mantenga la consistencia en las observaciones realizadas por diferentes investigadores o en diferentes momentos del estudio. La recolección de datos, basada en estas guías y formatos, se llevará a cabo de manera meticulosa para garantizar que toda la información relevante sea capturada de forma exhaustiva, contribuyendo así a la solidez y fiabilidad de los resultados.

### 3.6 Procedimiento para recopilación de datos

#### 3.6.1 Desarrollo de investigación

##### ETAPA I: ORIGEN Y UBICACIÓN DE MATERIALES

En esta etapa de la investigación se comenzó a realizar el muestreo de los materiales para la fabricación de concreto, donde se empleará el polvo de concreto reciclado.

**CANTERA DE UNOCOLLA:** La cantera se encuentra a 10 km de la ciudad de Juliaca. La remoción de áridos de las orillas del río se logra mediante el uso de mano de obra y la asistencia de diversas maquinarias. Además, la región está rodeada de vegetación, que incluye heno y paja que aprovechan los animales.

#### Figura 1

*Ubicación de la cantera Unocolla*



**POLVO DE CONCRETO RECICLADO:** Este proceso implica la recolección de concreto de desecho de demoliciones o construcciones, la trituración de los escombros y la clasificación del material resultante en partículas más pequeñas.

**Figura 2**

*Polvo de concreto reciclado*



### ETAPA III: CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO

#### %humedad (ASTM C-566)

$$\%w = \frac{Ww}{Wg} * 100$$

#### Peso unitario suelto (MTC E203 – 2016)

$$Peso\ Unitario = \frac{(\%G \times \%PUG) + (\%F \times PUF)}{100}$$

#### Peso unitario compactado (MTC E203-2016)

$$P.U.C. = \frac{P.Agregado}{Vol.Recipiente}$$

### ETAPA II: DISEÑO DE MEZCLAS METODO ACI 211

El método ACI 211, también conocido como el Método de Diseño de Mezcla de Concreto del Instituto Americano del Concreto (ACI por sus siglas en inglés), es un enfoque ampliamente utilizado para diseñar mezclas de concreto que cumplan con los requisitos



específicos de resistencia y durabilidad para una aplicación determinada. Este método se basa en los principios científicos y la experiencia práctica en la industria del concreto y proporciona una guía detallada para la selección de los materiales y la proporción de los componentes de la mezcla.

El proceso de diseño de mezclas según el método ACI 211 implica los siguientes pasos generales:

**Proporción de los materiales:** Se determinan las proporciones óptimas de los materiales de la mezcla para cumplir con los requisitos de resistencia y durabilidad. Esto implica realizar cálculos detallados teniendo en cuenta la relación agua-cemento, la relación agregado-cemento, y otras consideraciones importantes.

**Ensayo y ajuste:** Se realizan ensayos de laboratorio para evaluar las propiedades del concreto fresco y endurecido, y se ajustan las proporciones de los materiales según sea necesario para lograr los objetivos de diseño.

**Validación y ajuste final:** Se verifica que la mezcla diseñada cumpla con los requisitos específicos de resistencia, trabajabilidad, durabilidad y otros atributos, y se realizan ajustes finales si es necesario.

El método ACI 211 proporciona una estructura sistemática y rigurosa para el diseño de mezclas de concreto, lo que garantiza que se obtenga una mezcla de alta calidad que satisfaga las necesidades del proyecto y cumpla con los estándares de la industria.

### ETAPA III: RESISTENCIA A LA COMPRESION

Este ensayo se emplea con frecuencia para evaluar las características de comportamiento del hormigón, proporcionando así datos significativos para la fase conceptual de diversos proyectos. Para evaluar la resistencia, se suelen emplear probetas cilíndricas.

Fórmula:

$$f'c = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{); } A = \frac{\pi\phi^2}{4}$$



**Dónde:**

$f_c$ : Es la resistencia de rotura a la compresión del concreto (kg/cm<sup>2</sup>).

P: Carga de rotura (kg).

$\phi$ : Diámetro de la probeta cilíndrica (cm).

A: Área promedio de la probeta (cm<sup>2</sup>).

### 3.7 Procesamiento de resultados

Se utilizará una variedad de herramientas, incluidas tablas, diagramas y cálculos, para realizar el análisis y procesamiento de la información recibida. Los resultados se producirán mediante el uso de enfoques confiables que permitan la recopilación de datos de manera metódica utilizando la experimentación.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Resultados obtenidos.

##### Ensayos tamizados de agregado

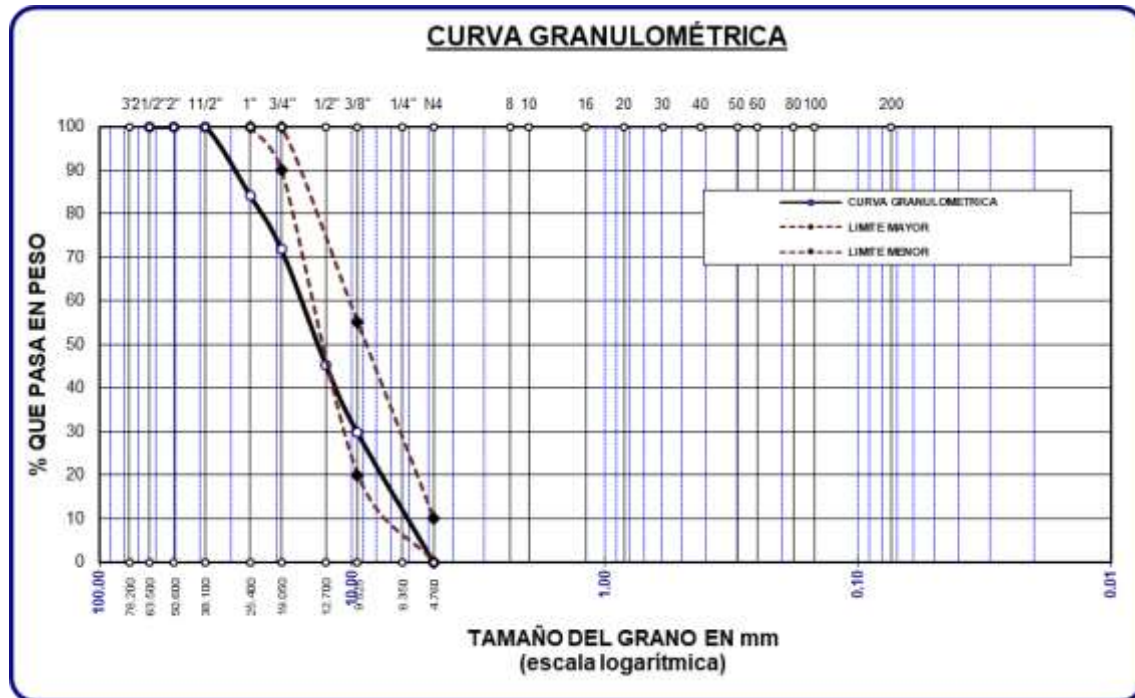
Tabla 3

*Tamizado del agregado grueso*

MALLA	PESO	%RET	%RET.	%	ESPECIF.
ASTM		PARCIAL	ACUMUL.	PASA	
3"					
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	550.00	15.71	15.71	84.29	100 %
3/4"	436.00	12.46	28.17	71.83	90 - 100 %
1/2"	930.00	26.57	54.74	45.26	
3/8"	545.00	15.57	70.31	29.69	20 - 55 %
1/4"					
No4	1039.00	29.69	100.00	0.00	0 - 10 %
BASE		0.00	0.00	100.0	0.0
GLOBAL		3500.00	100.00		
% EXTRAÍÓ		0.00			

**Figura 3**

*Curva de gradación agregado grueso*



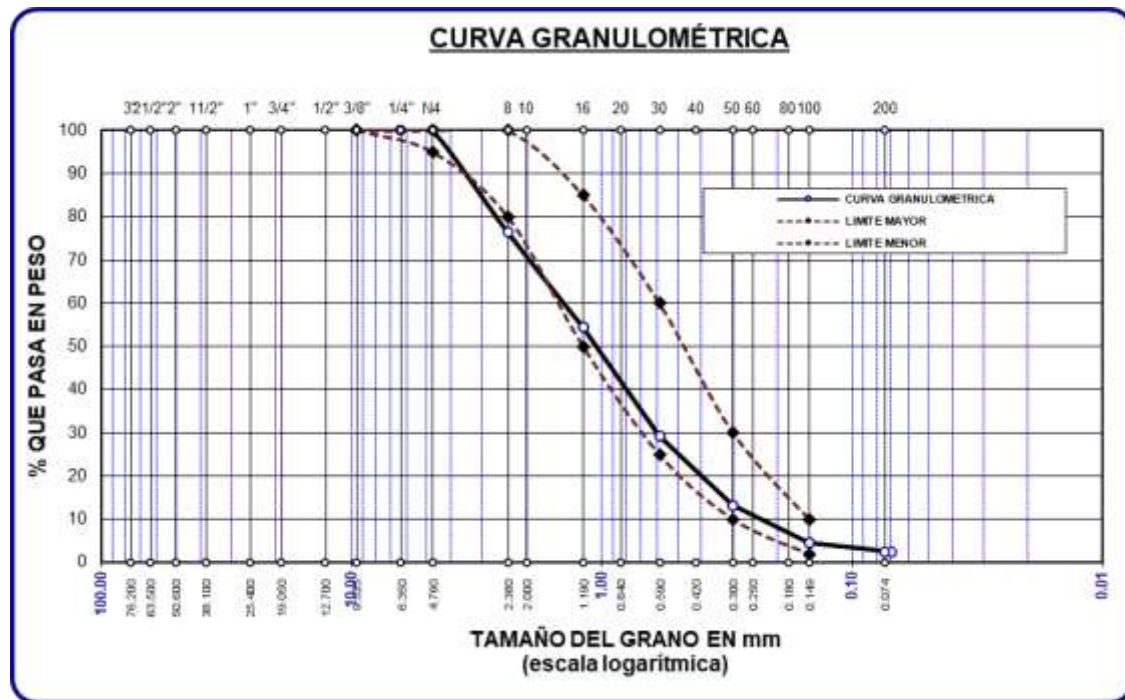
**Tabla 4**

*Granulometría del agregado fino*

MALLA	PESO	%	%RET.	%	ESPECIF.
ASTM		RETENIDO	ACUMULADO	PASA	
3/8"					100%
1/4"					
N4					95 - 100 %
N8	117.32	23.46	23.46	76.54	80 - 100 %
N10					
N16	110.32	22.06	45.53	54.47	50 - 85 %
N20					
N30	125.84	25.17	70.70	29.30	25 - 60 %
N40					
N50	80.31	16.06	86.76	13.24	10 - 30 %
N60					
N80					
N100	43.61	8.72	95.48	4.52	2-10%
N200	10.37	2.07	97.55	2.45	
BASE		12.23	2.45	100	0.00
<b>GLOBAL</b>		500.00	100.00		
% EXTRAIVIO		2.45			

**Figura 4**

*Curva de gradacion agregado fino.*



**Módulo de fineza**

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Acumulados Retenidos } (3'' , 1 \frac{1}{2}'' , 3/4'' , 3/8'' , N^{\circ}4)}{100}$$

MF= 3.22

**% HUMEDAD:**

**Tabla 5**

*% de agua del agregado*

% HUMEDAD	
% HUMEDAD DEL AGREG. GRUESO	2.66%
% HUMEDAD DEL AGREG. FINO	4.06%

La tabla muestra el contenido de humedad que presenta los agregados, el agregado grueso presenta un 2.66% de humedad, mientras tanto el agregado fino presenta 4.06% de humedad.



## PESO ESPECÍFICO DE AGREGADOS

### (FINO)

#### ❖ P.E:

$$W_c + B = 1811$$

$$W_c + B - W = 174$$

$$Pe = \frac{B}{W_c + B - W} = 2.88 \text{ gr/cm}^3$$

$$Pe = 2.88 \text{ gr/cm}^3$$

#### ❖ Absorción:

$$B - A = 15.11$$

$$Abs = \frac{(B - A) * 100}{A} = 3.12 \%$$

$$Abs = 3.12\%$$

### (GRUESO)

#### ❖ P.E:

$$W_c + B = 2110$$

$$W_c + B - W = 327$$

$$Pe = \frac{B}{W_c + B - W} = 2.45 \text{ g/cm}^3$$

$$Pe = 2.45 \text{ g/cm}^3$$

#### ❖ Absorción:

$$B - A = 11.69$$

$$Abs = \frac{(B - A) * 100}{A} = 1.48 \%$$

$$Abs = 1.48\%$$

## ENSAYOS DE PESO UNITARIOS SUELTOS

### P.U.S

Tabla 6

P.U.S. (suelto)

(SUELTO)	
AGREG. FINO	AGREG. GRUESO
1.779 gr/cm <sup>3</sup>	1.444 gr/cm <sup>3</sup>

El P.U.S a caída libre de material fino y grueso, donde el AF alcanzó un valor de 1.779 g/cm<sup>3</sup>, mientras que el AG registró 1.444 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente.

**P.U.C.**

Tabla 7

P.U.V. (varillado)

(VARILLADO)	
ÁRIDO F.	ÁRIDO G.
1.851 gr/cm <sup>3</sup>	1.536 gr/cm <sup>3</sup>

El P.U.C. con 25G del material FyG, donde el agregado fino alcanzó 1.851 g/cm<sup>3</sup> y el agregado grueso registró 1.536 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente.

**4.1.1 Resultados sobre la porción para la creación de un concreto convencional** **$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , según de mezclas.**

Resultados relativos del material.

Tabla 8

Caracterización de los agregados

DESCRIP.	AGREG. GRUESO	AGREG. FINO
P. específico suelto	2.45	2.88
P.U. compactado	1536	1851
P.U. Suelto	1444	1779
% Absorción	1.48	3.12
% Humedad	2.66	4.06
Módulo de Fineza	-	3.22

P.U.S: El AG tiene un peso específico suelto de 2.45, en tanto el AF es de 2.88, P.U. compactado: Para el agregado grueso es de 1536 y para el fino de 1851, P.U. suelto: El valor es de 1444 para el AG y de 1779 para el fino, Porcentaje de absorción: El agregado

grueso tiene un 1.48% y el fino un 3.12%, Porcentaje de humedad: Se registra un 2.66% en el agregado grueso y un 4.06% en el fino, Módulo de fineza: Solo se proporciona para el agregado fino, siendo 3.22.

**Tabla 9**

*Dosificación del diseño en estados seco.*

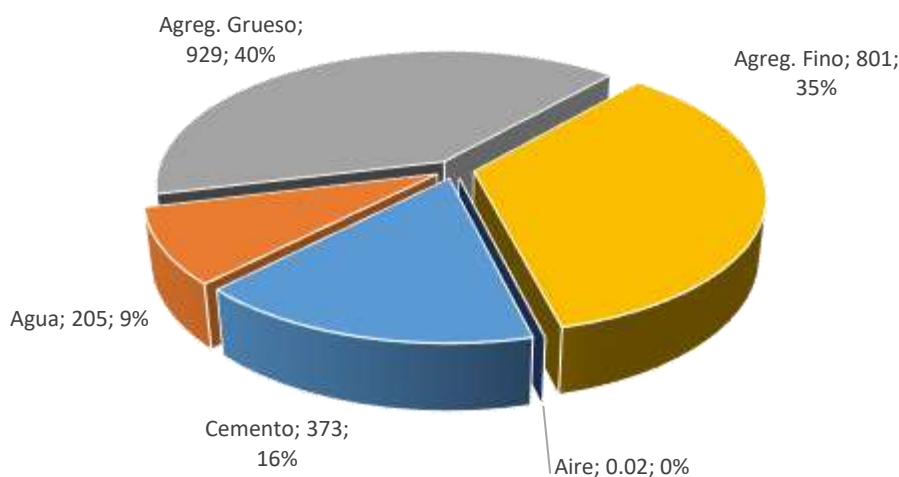
DESCRIPCION	SECO (Kg/m3)	VOL. SECO	HÚMEDO (Kg/m3)	VOL. HÚMEDO
<b>Cemento</b>	373	1	373	1.00
<b>Agua</b>	205	0.56	187	0.50
<b>Agre. G.</b>	929	2.49	954	2.56
<b>Agre. F.</b>	801	2.15	834	2.24
<b>Aire</b>	2.0 %		2.0 %	

La tabla muestra las porciones de los ingredientes necesarios para la preparación de concreto con resistencia característica de 210 kg/cm<sup>2</sup>, de acuerdo con el diseño de mezcla. Las porciones en volumen peso húmedo son 1.00: 0.50: 2.56: 2.24, respectivamente.

**Figura 5**

*Dosificaciones del diseño de mezclas.*

### DOSIFICACIÓN SEGUN DISEÑO DE MEZCLAS



**Tabla 10**

*Proporciones del polvo de concreto reciclado.*

<b>Materiales</b>	<b>(Patrón)</b>	<b>(0.6%)</b>	<b>(0.8%)</b>	<b>(1%)</b>
<b>Cemento (Kg)</b>	373	373	373	373
<b>Agua (Litros)</b>	187	187	187	187
<b>A. G. (Kg)</b>	954	954	954	954
<b>A. F. (Kg)</b>	834	834	834	834
<b>Polvo de concreto reciclado (Kg)</b>	0.00	2.24	2.98	3.73

Se agradecería mucha información sobre las dosis para la preparación de probetas con diferentes marcas de cemento, así como la inclusión de fibras de aluminio en distintas proporciones para los respectivos ensayos.

#### **4.1.2 Resultados sobre la influencia del polvo de concreto reciclado sobre el asentamiento del concreto.**

Utilizando áridos extraídos de la cantera de Unocolla, examinamos a continuación los resultados de una prueba de resistencia a la compresión realizada a varias edades.

**Tabla 11**

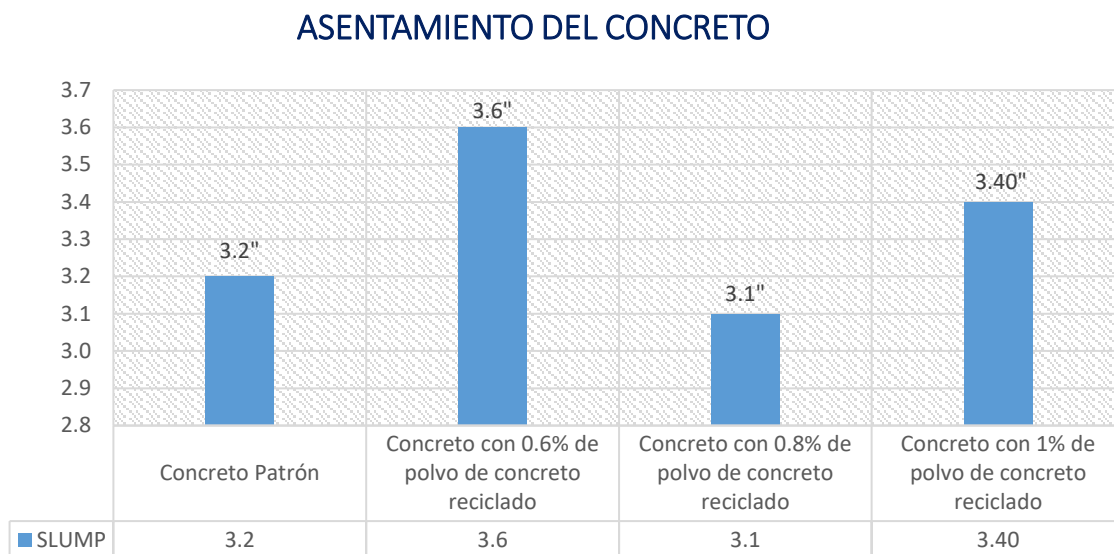
*Trabajabilidad del concreto.*

<b>TIPO</b>	<b>SLUMP</b>	<b>CONSISTENCIA</b>	<b>TRABAJABILIDAD</b>
Concreto Patrón	3.2"	Plástica	Trabajable
Concreto con 0.6% polvo de concreto reciclado	3.6"	Plástica	Trabajable
Concreto con 0.8% polvo de concreto reciclado	3.1"	Plástica	Trabajable
Concreto con 1% polvo de concreto reciclado	3.4"	Plástica	Trabajable

La tabla compara la trabajabilidad del concreto patrón con mezclas que PCR en proporciones de 0.6%, 0.8% y 1%. Todos los concretos presentan una consistencia plástica y son trabajables, con variaciones leves en el asentamiento (slump), que oscila entre 3.1" y 3.6".

**Figura 6**

*Consistencia de concreto.*



El asentamiento es variable las muestras nos indican que es trabajable con una consistencia plástica, tanto la muestra patrón y con integración de polvo de concreto reciclado en proporciones variables.

#### **4.1.3 Resultados sobre la resistencia del concreto.**

A. Esfuerzo del concreto, muestra habitual

##### **Prueba 7 días**

**Tabla 12**

*Fuerza compresiva, muestra habitual después de 7 días.*

MUESTRA	CARGA	ROTURO	EDAD	PROMEDIO
P-1	27254	154.64		
P-2	28136	159.64		
P-3	27954	157.98	7	158.01 kg/cm <sup>2</sup>
P-4	28064	159.23		
P-5	27947	158.57		

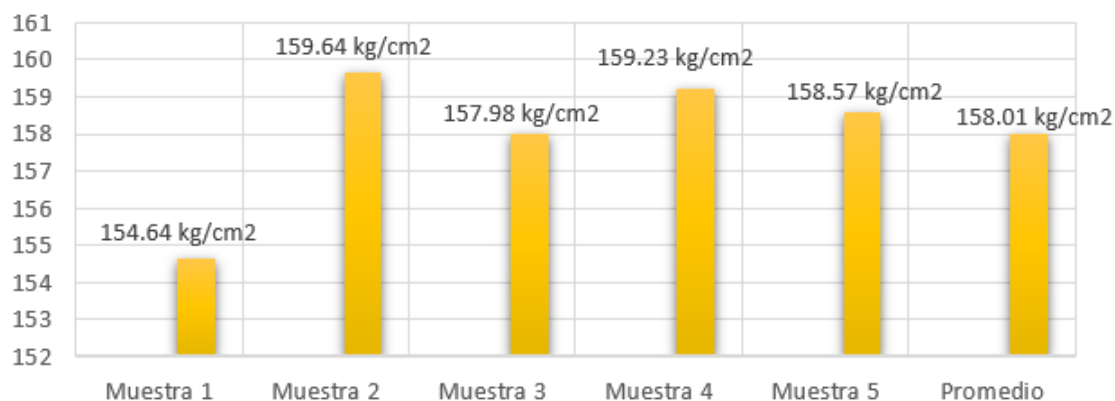
La **Tabla 12** presenta los esfuerzos del concreto en cinco muestras a 7 días, con esfuerzos que varían entre 154.64 y 159.64 Kg/cm<sup>2</sup>. El promedio de resistencia es de 158.01 Kg/cm<sup>2</sup>.

Todas las mediciones se realizaron bajo las mismas condiciones de carga y tiempo.

**Figura 7**

*Fuerza alcanzada en 7 días, de la muestra habitual.*

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS, MUESTRA PATRÓN

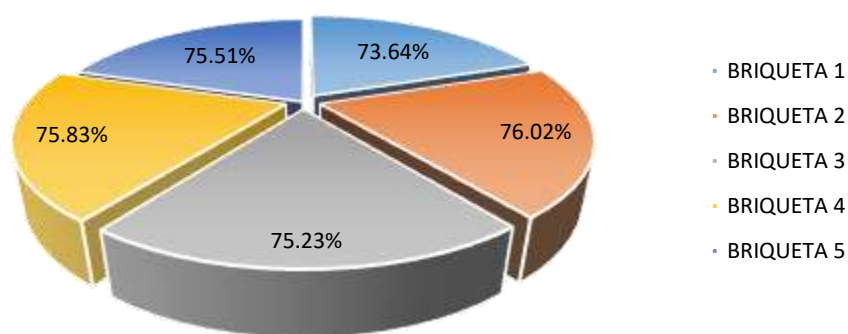


La muestra de referencia, compuesta por agregados naturales, demostró que la resistencia después de 7 días de curado alcanzó un promedio de 158,01 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 8**

*Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto, a 7 días.*

### PORCENTAJE ALCANZADA SOBRE LA RESISTENCIA



La figura representa los % alcanzados en resistencia en 7 días post fraguado del concreto convencional, lográndose un promedio de 75,24% del diseño previsto.

### Prueba 14 días

**Tabla 13**

*Fuerza compresiva del concreto, muestra habitual a 14 días.*

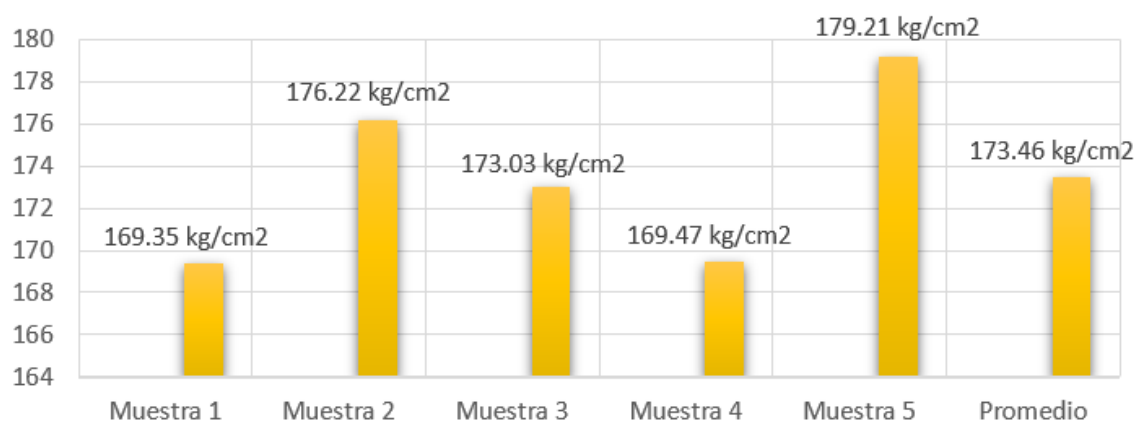
MUESTRA	CARGA	ROTURA	EDAD	MEDIA
P-1	29847	169.35		
P-2	31058	176.22		
P-3	30617	173.03	14	173.46 kg/cm <sup>2</sup>
P-4	29987	169.47		
P-5	31584	179.21		

La tabla ilustra las resistencias del concreto en cinco muestras probadas, alcanzando un promedio de 173.46 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días de su consolidación. Estos valores reflejan la capacidad del material para aguantar cargas tras dos semanas de curado. La consistencia en los resultados sugiere una calidad uniforme en el proceso de mezcla y fraguado del concreto.

**Figura 9**

*Fuerza alcanzada en 14 días, de muestra habitual.*

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS, MUESTRA PATRÓN

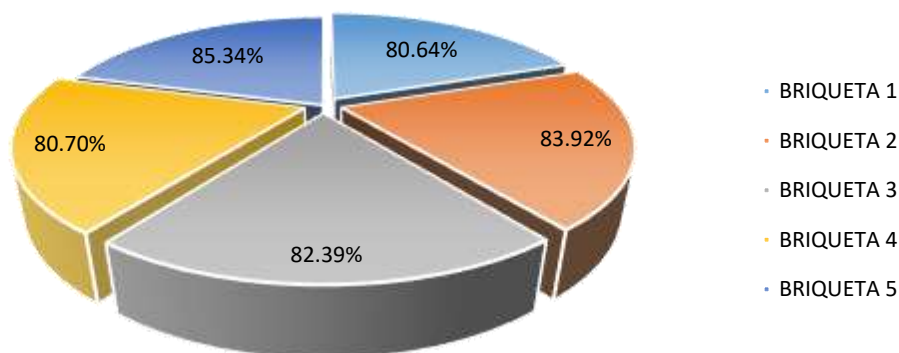


La capacidad del concreto muestra patrón, que se elaboró con agregados naturales donde nos indica que la resistencia en 14 días de fraguado, llegó a 173.46 kg/cm<sup>2</sup> promedio.

**Figura 10**

*Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto, a los 14 días.*

### PORCENTAJE ALCANZADA SOBRE LA RESISTENCIA



La figura representa los % alcanzados en resistencia en 14 días post fraguado del hormigón tipo, lográndose un promedio de 82,60% de las especificaciones del hormigón planificado.

### Prueba 28 días

**Tabla 14**

*Fuerza compresiva, muestra habitual a 28 días.*

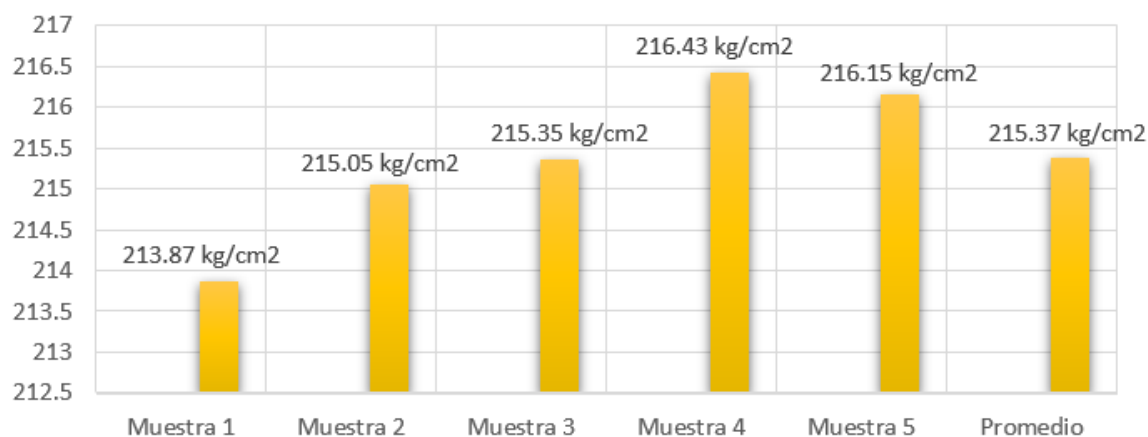
MUESTRA	CARGA	ROTURA	EDAD	MEDIA
M-1	37845	213.87		
M-2	38054	215.05		
M-3	37954	215.35	28	215.37 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	38145	216.43		
M-5	38247	216.15		

Las resistencias del concreto en varias muestras ensayadas, logrando una media de 215.37 kg/cm<sup>2</sup>, en 28 días de secado. Estos resultados destacan la capacidad del material para aguantar cargas tras un período completo de curado, indicando una adecuada calidad y consistencia en la preparación y endurecimiento del concreto.

**Figura 11**

*Fuerza lograda a 28 días, de la muestra habitual.*

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS, MUESTRA PATRÓN

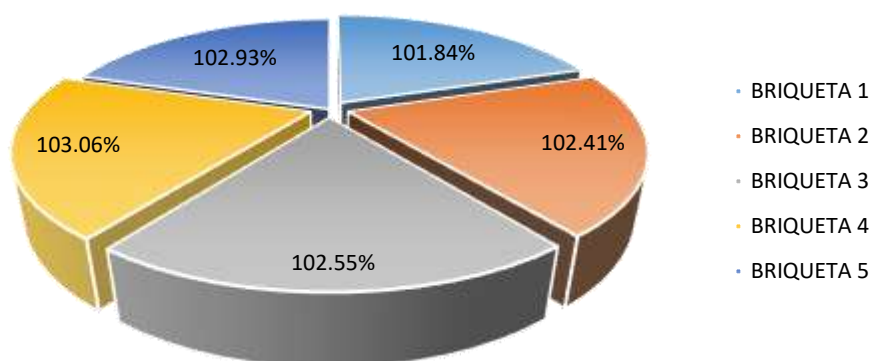


La capacidad del concreto muestra patrón, que se elaboró con agregados naturales donde nos indica que la resistencia en 28 días de fraguado, llego a 173.46 kg/cm<sup>2</sup> promedio.

**Figura 12**

*Porcentaje alcanzada de resistencia del concreto, a 28 días.*

### PORCENTAJE ALCANZADA SOBRE LA RESISTENCIA



La capacidad en 28 días de fraguado del CP, logrando una media de 102.56% en comparación el concreto. Al superar este diseño requerido, se puede concluir que el concreto cumple con los parámetros establecidos.

B. Resistencia del concreto + polvo de concreto reciclado al 0.6%.

### Prueba 7 días

Tabla 15

Fuerza compresiva + PCR al 0.6%, después de 7 días.

MUESTRA	CARGA	ROTURA	EDAD	MEDIA
M-1 + 0.6%	28954	163.63		
M-2 + 0.6%	28695	162.81		
M-3 + 0.6%	29047	164.81	7	164.01 kg/cm <sup>2</sup>
M-4 + 0.6%	28971	164.38		
M-5 + 0.6%	29097	164.44		

El esfuerzo del concreto con un 0.6% de polvo de concreto reciclado, evaluados en cinco muestras a los 7 días. Los esfuerzos registrados varían entre 162.81 y 164.81 kg/cm<sup>2</sup>, con media de resistencia de 164.01 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados evidencian una consistencia en la capacidad del material para aguantar cargas tras una semana de curado.

Figura 13

Esfuerzo en 7 días, concreto + 0.6% de PCR.

### RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS, CON 0.6% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO

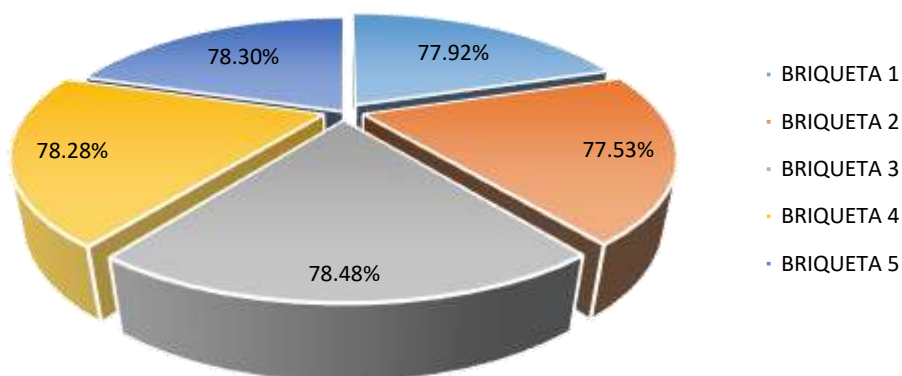


El comportamiento de la resistencia del concreto al incorporar un 0.6% de polvo de concreto reciclado. En 7 días de fraguado, se alcanzó un promedio de 164.01 kg/cm<sup>2</sup>, obtenido a partir de las cinco muestras evaluadas en el experimento.

**Figura 14**

*Porcentaje obtenida del concreto + 0.6% de PCR, en 7 días.*

### PORCENTAJE ALCANZADA SOBRE LA RESISTENCIA



Se observan los porcentajes alcanzados en la resistencia del concreto a los 7 días de fraguado, utilizando un 0.6% de PCR, logrando un promedio de resistencia del 78.10% respecto al concreto diseñado.

### Prueba 14 días

**Tabla 16**

*Fuerza compresiva del concreto + PCR 0.6%, después de 14 días.*

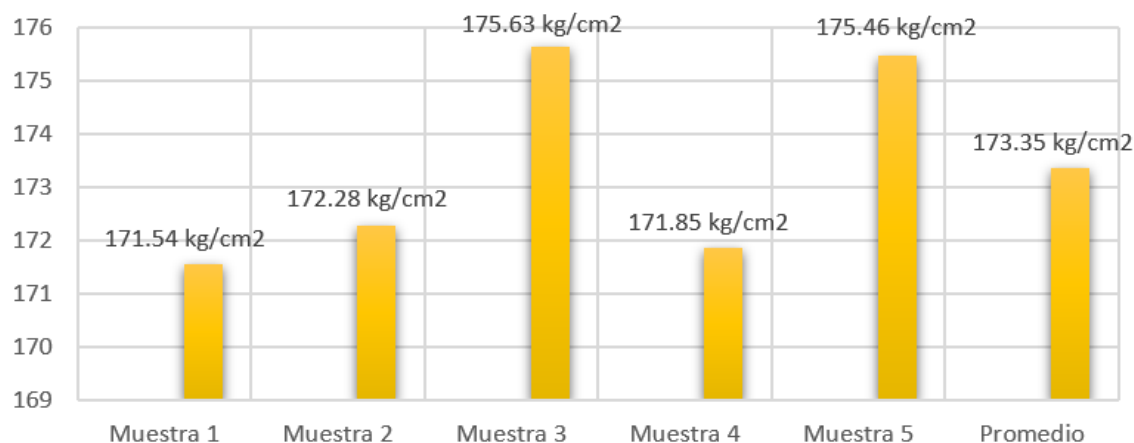
MUESTRA	CARGA (Kg)	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
M-1 + 0.6%	30354	171.54		
M-2 + 0.6%	30485	172.28		
M-3 + 0.6%	30954	175.63	14	173.35 kg/cm <sup>2</sup>
M-4 + 0.6%	30287	171.85		
M-5 + 0.6%	31047	175.46		

Se presenta los esfuerzos de rotura del concreto con un 0.6% de PCR en cinco muestras después de 14 días. Los esfuerzos de rotura oscilan entre 171.54 y 175.63 kg/cm<sup>2</sup>, con media de 173.35 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 15**

*Rotura en 14 días, del concreto + 0.6% de PCR.*

### RESISTENCIA A LOS 14 DÍAS, CON 0.6% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO

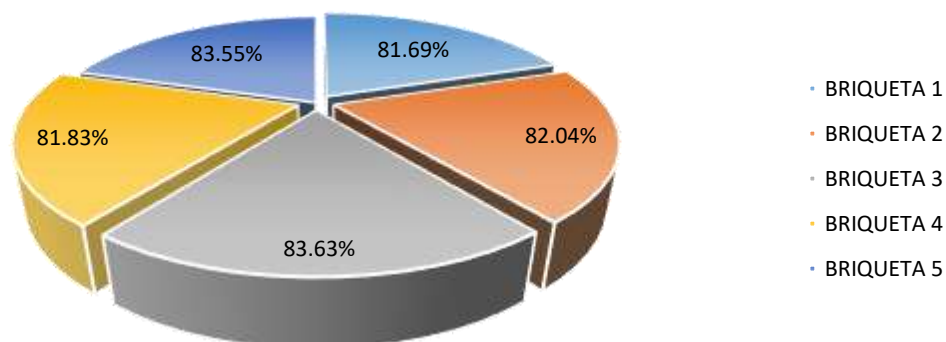


La capacidad resistencia concreto + 0.6% de PCR, a los 14 días de consolidación, llego a 173.35 kg/cm<sup>2</sup>, de las 5 pruebas analizadas.

**Figura 16**

*% obtenida del concreto + 0.6% PCR, en 14 días.*

### PORCENTAJE ALCANZADA SOBRE LA RESISTENCIA



Los % logrados sobre la resistencia en 14 días de fraguado del concreto con el empleo de 0.6% de PCR, logrando un media de 82.55%, del concreto diseñado.

## Prueba 28 días

**Tabla 17**

*Fuerza compresiva concreto + PCR 0.6%, en 28 días.*

MUESTRA	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
M-1 + 0.6%	38654	218.45		
M-2 + 0.6%	37784	214.39		
M-3 + 0.6%	38395	217.85	28	217.68 kg/cm <sup>2</sup>
M-4 + 0.6%	38247	217.01		
M-5 + 0.6%	39052	220.69		

La Tabla 17 muestra los esfuerzos del concreto + 0.6% de PCR en cinco muestras a los 28 días. Las fuerzas registradas oscilan entre 214.39 y 220.69 kg/cm<sup>2</sup>, con media de 217.68 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 17**

*Fuerza compresiva 28 días, del concreto + 0.6% de PCR.*

### RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS, CON 0.6% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO

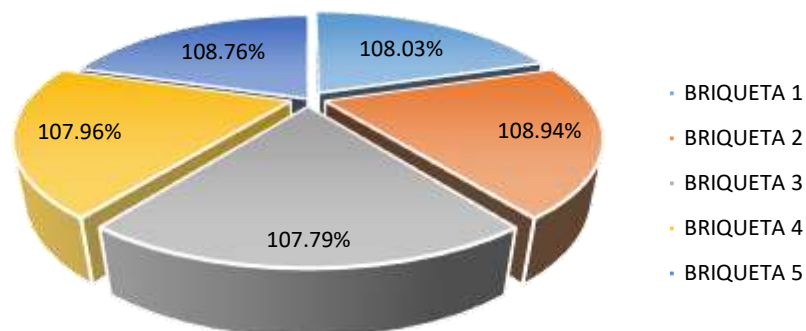


La resistencia del concreto + 0.6% de PCR, a 28 días consolidado, llegando a 217.68 kg/cm<sup>2</sup>, con media 5 especímenes analizados

**Figura 18**

Porcentaje obtenidos del concreto + 0.6% de PCR, en 28 días.

### PORCENTAJE ALCANZADA SOBRE LA RESISTENCIA



Los % logrados sobre la resistencia en 28 días de secado del concreto con 0.6% de PCR, logrando media de 103.66%, del concreto, diseñado, siendo positivo el PCR.

C. Resistencia del concreto + polvo de concreto reciclado al 0.8%.

#### Prueba 7 días

**Tabla 18**

Fuerza compresiva + PCR 0.8%, en 7 días.

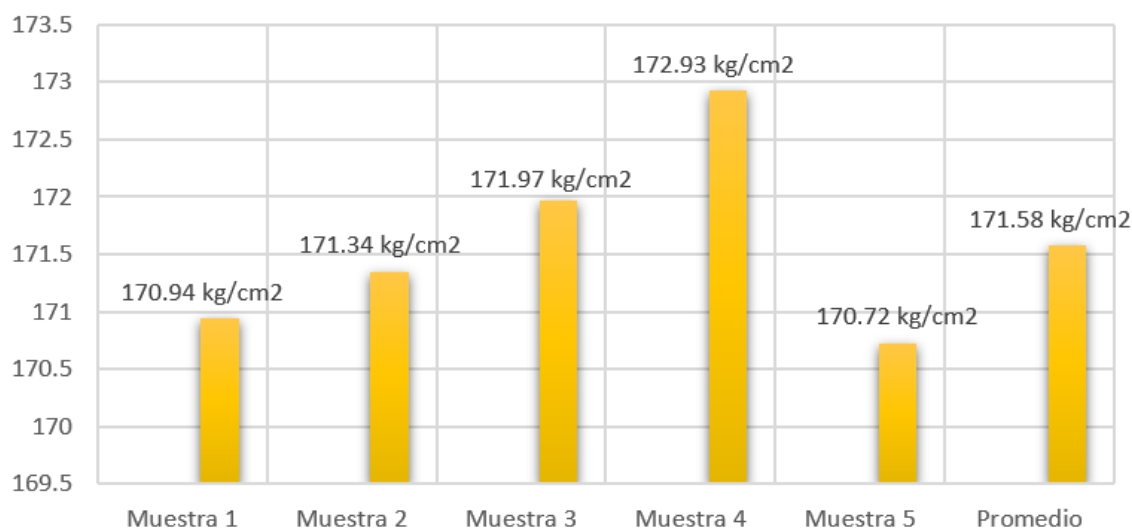
MUESTRA	CARGA	ROTURA	EDAD	MEDIA
M-1 + 0.8%	30248	170.94		
M-2 + 0.8%	30197	171.34		
M-3 + 0.8%	30308	171.97	7	171.58 kg/cm <sup>2</sup>
M-4 + 0.8%	30478	172.93		
M-5 + 0.8%	30209	170.72		

La rotura del concreto + 0.8% de PCR en cinco muestras a los 7 días. Los esfuerzos de rotura varían entre 170.72 y 172.93 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 171.58 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados indican una buena resistencia inicial del concreto con esta proporción de polvo reciclado tras una semana de curado.

**Figura 19**

*Esfuerzo a 7 días, del concreto + 0.8% de PCR.*

### RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS, CON 0.8% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO

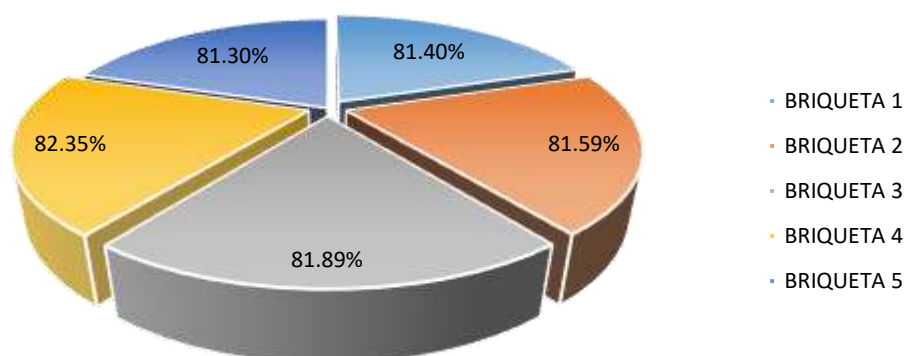


La resistencia del concreto con un 0.8% de polvo de concreto reciclado alcanzó, tras 7 días de consolidación, un valor de 171.58 kg/cm<sup>2</sup>, como promedio de las 5 muestras evaluadas.

**Figura 20**

*% obtenida del concreto + 0.8% de PCR, en 7 días.*

### PORCENTAJE ALCANZADA SOBRE LA RESISTENCIA



La resistencia en 7 días consolidado del concreto + 0.8% de polvo de concreto reciclado, alcanzado una media de 81.70%, del concreto diseñado.

## Prueba 14 días

**Tabla 19**

*Fuerza compresiva del concreto con PCR al 0.8%, en 14 días.*

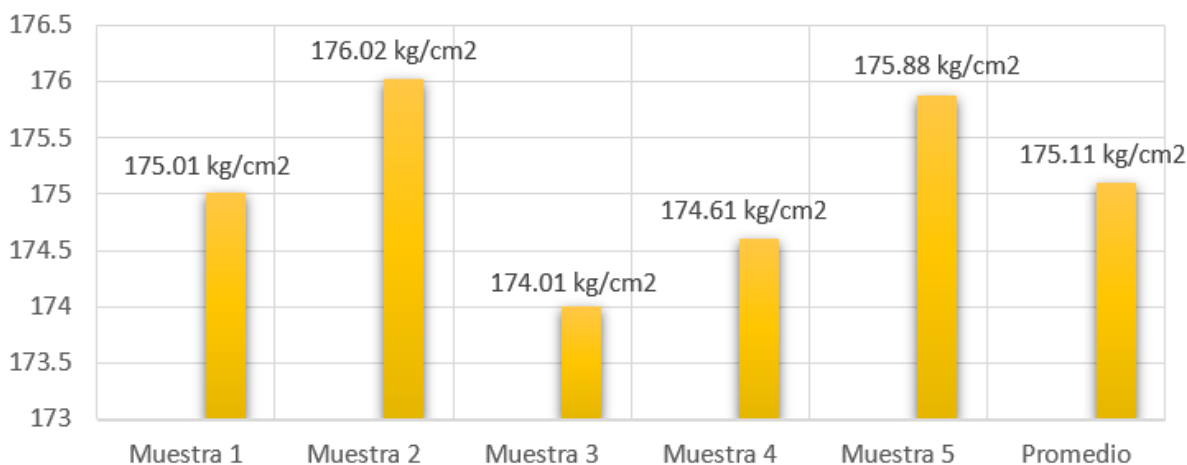
MUESTRA	CARGA (Kg)	ROTURA	EDAD	MEDIA
M-1 + 0.8%	30845	175.01		
M-2 + 0.8%	31022	176.02		
M-3 + 0.8%	30791	174.01	14	175.11 kg/cm <sup>2</sup>
M-4 + 0.8%	30774	174.61		
M-5 + 0.8%	30997	175.88		

La rotura del concreto + 0.8% de polvo de concreto reciclado en cinco muestras a los 14 días. Los esfuerzos de rotura oscilan entre 174.01 y 176.02 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 175.11 kg/cm<sup>2</sup>. Estos reflejan una resistencia consistente del concreto tras dos semanas de curado, manteniendo la efectividad del polvo reciclado en la mezcla.

**Figura 21**

*Resistencia a 14 días, del concreto + 0.8% de PCR.*

### RESISTENCIA A LOS 14 DÍAS, CON 0.8% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO

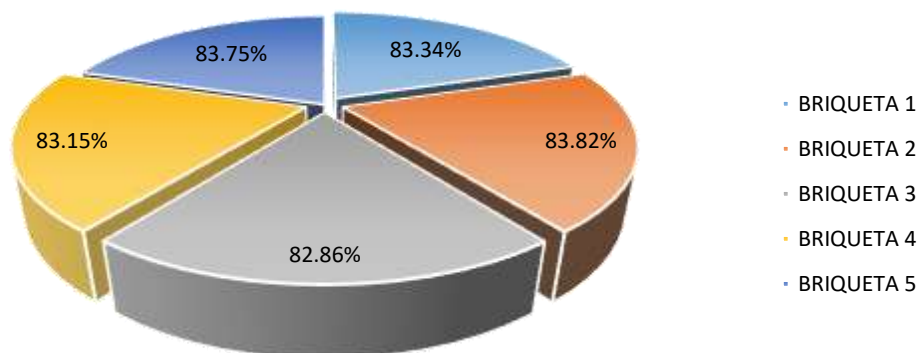


La capacidad del concreto + 0.8% de PCR, en 14 días de secado, llegó a 175.11 kg/cm<sup>2</sup>, promedio de 5 experimento analizados.

**Figura 22**

*% alcanzada obtenida + 0.8% de PCR, en 14 días.*

### PORCENTAJE ALCANZADA SOBRE LA RESISTENCIA



Los % logrados sobre la resistencia en 14 días de fraguado del concreto con el empleo de 0.8% de PCR, logrando un promedio de 83.38%, del concreto diseñado.

**Tabla 20**

*Fuerza compresiva del concreto con PCR al 0.8%, a 28 días.*

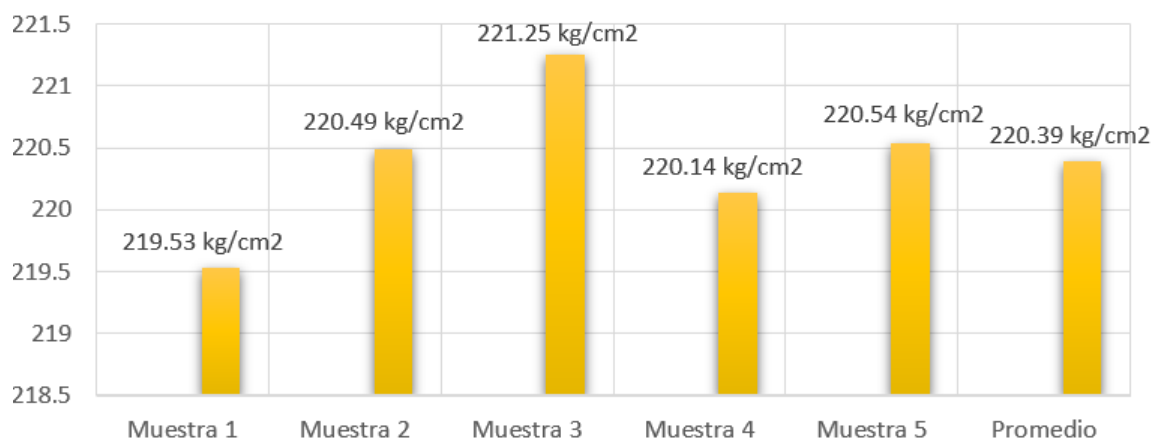
MUESTRA	CARGA (Kg)	ESF. (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD	MEDIA
M-1 + 0.8%	38845	219.53		
M-2 + 0.8%	39015	220.49		
M-3 + 0.8%	38994	221.25	28	220.39 kg/cm <sup>2</sup>
M-4 + 0.8%	38798	220.14		
M-5 + 0.8%	39024	220.54		

El concreto con un 0.8% de PCR en cinco muestras en 28 días. Los esfuerzos de rotura varían entre 219.53 y 221.25 kg/cm<sup>2</sup>, con promedio de 220.39 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados indican una alta resistencia del concreto después de 28 días de curado, lo que sugiere que la inclusión de polvo reciclado en esta proporción no compromete la integridad estructural del material.

**Figura 23**

*Esfuerzo a 28 días, del concreto + 0.8% de PCR.*

### RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS, CON 0.8% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO

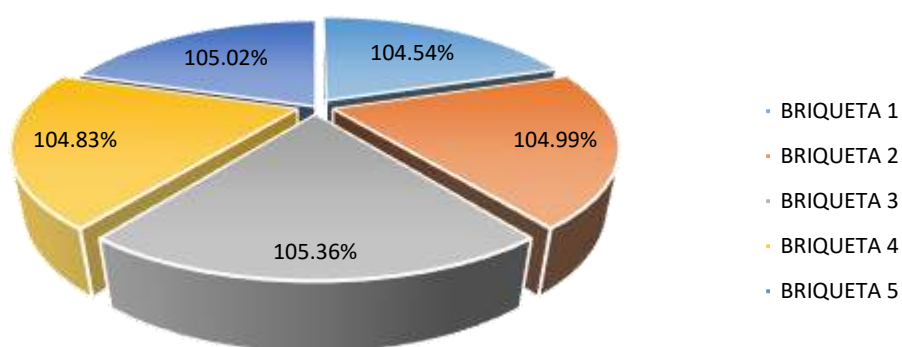


La capacidad del concreto + 0.8% de polvo de concreto reciclado, durante 28 días consolidado, llegó a 220.39 kg/cm<sup>2</sup>, media de cinco pruebas experimentadas.

**Figura 24**

*% obtenida del concreto + 0.8% de PCR, en 28 días.*

### PORCENTAJE ALCANZADA SOBRE LA RESISTENCIA



La resistencia en 28 días de secado del concreto con el empleo de 0.8% de PCR, logrando media de 104.95%, del concreto, diseñado, siendo positivo el PCR, superando el diseño requerido.

D. Resistencia del concreto + PCR al 1%.

### Prueba 7 días

Tabla 21

Fuerza compresiva concreto + PCR al 1%, en 7 días.

MUESTRA	CARGA	ESF.	EDAD	MEDIA
M-1 + 1%	32207	182.01		
M-2 + 1%	32304	183.29		
M-3 + 1%	32205	182.73	7	182.71 kg/cm <sup>2</sup>
M-4 + 1%	32359	182.87		
M-5 + 1%	32195	182.67		

Concreto con un 1% de polvo de concreto reciclado en cinco muestras a los 7 días. Los esfuerzos de rotura registrados oscilan entre 182.01 y 183.29 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 182.71 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados indican una mayor resistencia inicial del concreto tras una semana de curado.

Figura 25

Esfuerzo a 7 días, del concreto + 1% de PCR.

### RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS, CON 1% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO

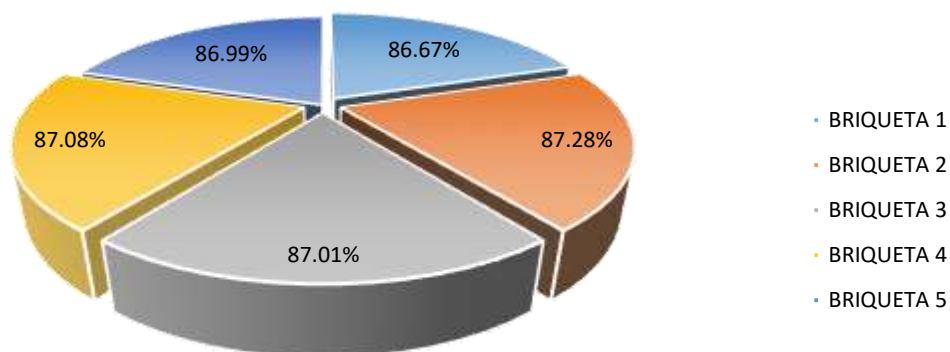


La capacidad compresión del concreto + 1% de PCR, en 7 días de secado, llego a 182.71 kg/cm<sup>2</sup>, promedio de 5 espécimen experimentado.

**Figura 26**

*Porcentaje lograda del concreto + 1% de PCR, en 7 días.*

### PORCENTAJE ALCANZADA SOBRE LA RESISTENCIA



Los % alcanzados sobre la resistencia en 7 días de secado del concreto con el empleo de 1% de PCR, logrando una media de 87.01%, del concreto diseñado.

### Prueba 14 días

**Tabla 22**

*Fuerza compresiva concreto + PCR al 1%, en 14 días.*

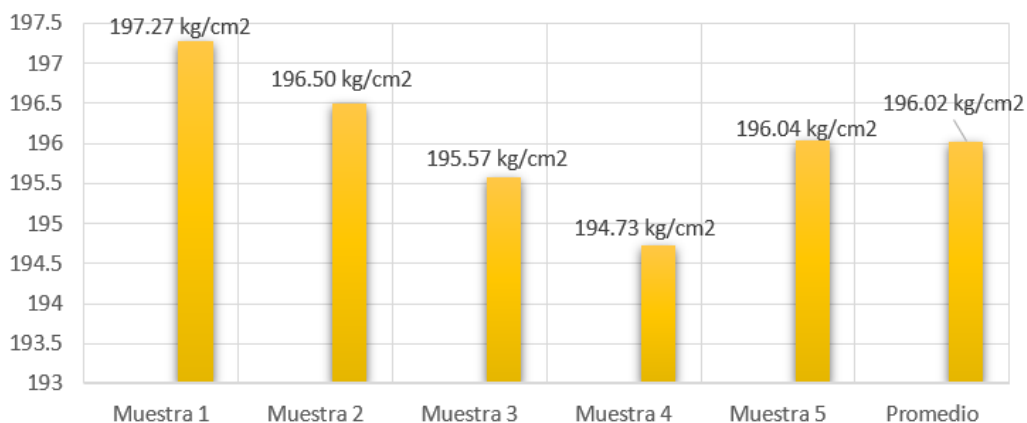
MUESTRA	CARGA (Kg)	ROTURA	EDAD	MEDIA
M-1 + 1%	34768	197.27	14	196.02 kg/cm <sup>2</sup>
M-2 + 1%	34631	196.50		
M-3 + 1%	34607	195.57		
M-4 + 1%	34457	194.73		
M-5 + 1%	34551	196.04		

Los esfuerzos de rotura del concreto con un 1% de polvo de concreto reciclado en cinco muestras a los 14 días. Los esfuerzos de rotura varían entre 194.73 y 197.27 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 196.02 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados demuestran que el concreto con esta proporción de polvo reciclado mantiene una resistencia significativa tras dos semanas de curado, indicando la estabilidad y efectividad de la mezcla.

**Figura 27**

*Rotura a 14 días, del concreto + 1% de PCR.*

### RESISTENCIA A LOS 14 DÍAS, CON 1% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO

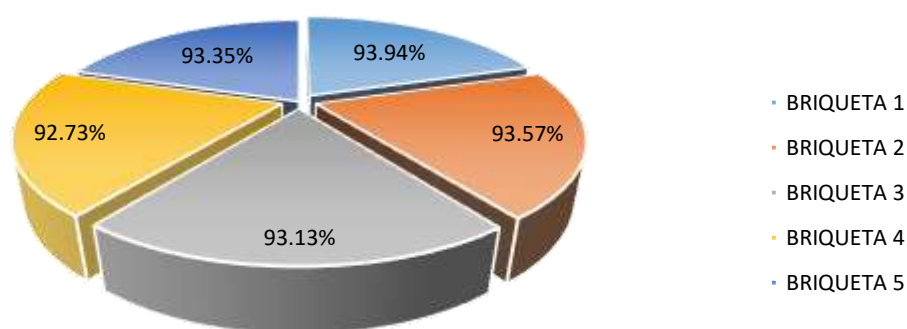


La capacidad del concreto + 1% de PCR, a los 14 días consolidado, llegó a 196.02 kg/cm<sup>2</sup>, Valor medio de las cinco pruebas ensayadas.

**Figura 28**

*% obtenida del concreto + 1% de PCR, en 14 días.*

### PORCENTAJE ALCANZADA SOBRE LA RESISTENCIA



Los % alcanzados sobre la resistencia en 14 días consolidado del concreto con el empleo de 1% de polvo de concreto reciclado, logrando una media de 87.01%, del concreto diseñado.

### Prueba 28 días

**Tabla 23**

*Esfuerzo del concreto con polvo de concreto reciclado al 1%, en 28 días.*

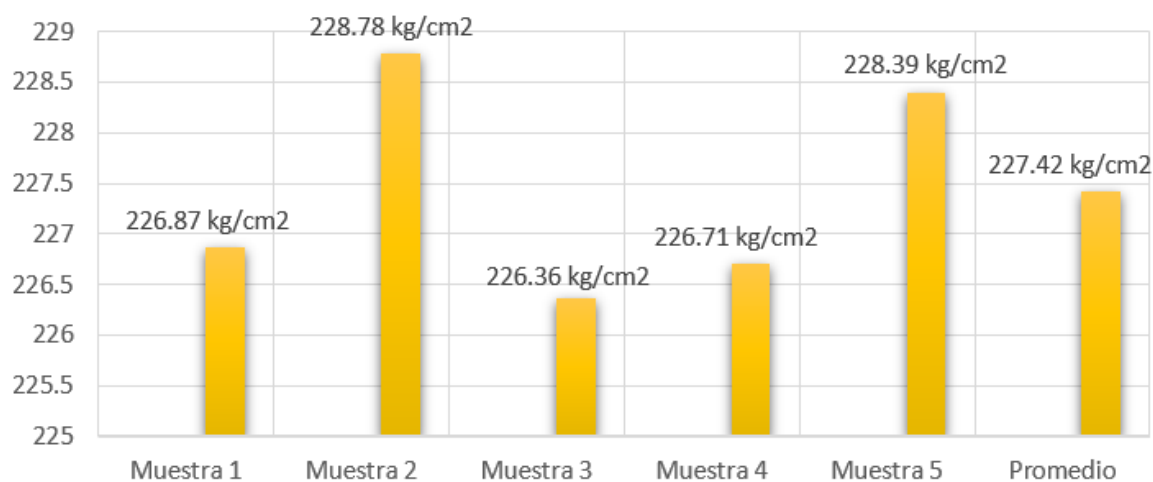
MUESTRA	CARGA (Kg)	ROTURA	EDAD	MEDIA
M-1 + 1%	39984	226.87		
M-2 + 1%	40321	228.78		
M-3 + 1%	40107	226.36	28	227.42 kg/cm <sup>2</sup>
M-4 + 1%	39957	226.71		
M-5 + 1%	40413	228.39		

La rotura del concreto con un 1% de PCR en cinco muestras a los 28 días. Los esfuerzos de rotura registrados oscilan entre 226.36 y 228.78 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 227.42 kg/cm<sup>2</sup>. Se reflejan una alta resistencia del concreto después de 28 días de curado, indicando que la incorporación de un 1% de PCR contribuye favorablemente a la integridad estructural del material a largo plazo.

**Figura 29**

*Rotura a 28 días, del concreto + 1% de PCR.*

### RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS, CON 1% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO

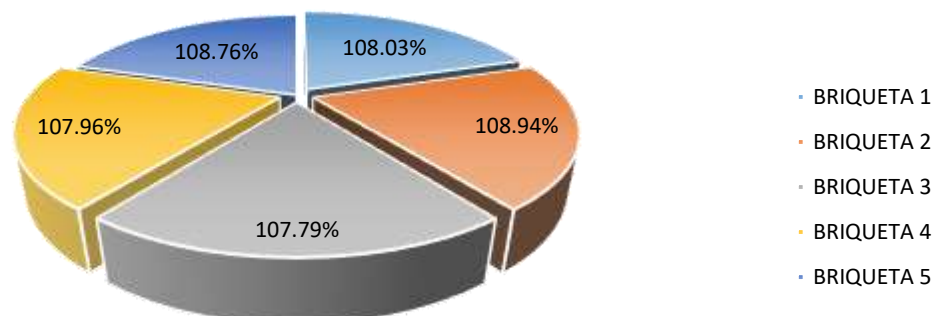


La capacidad del concreto + 1% de PCR, a los 28 días de secado, llegó a 227.42 kg/cm<sup>2</sup>, Valor medio ensayos experimentados.

**Figura 30**

*% obtenida del concreto + 1% de PCR, en 28 días.*

### PORCENTAJE ALCANZADA SOBRE LA RESISTENCIA



Los % alcanzados sobre la resistencia en 28 días de fraguado del concreto con el empleo de 1% de PCR, logrando una media de 108.30%, del concreto, diseñado, siendo positivo el PCR, superando el diseño requerido

### Evaluación de resistencias comparativas a los 7, 14 y 28 días.

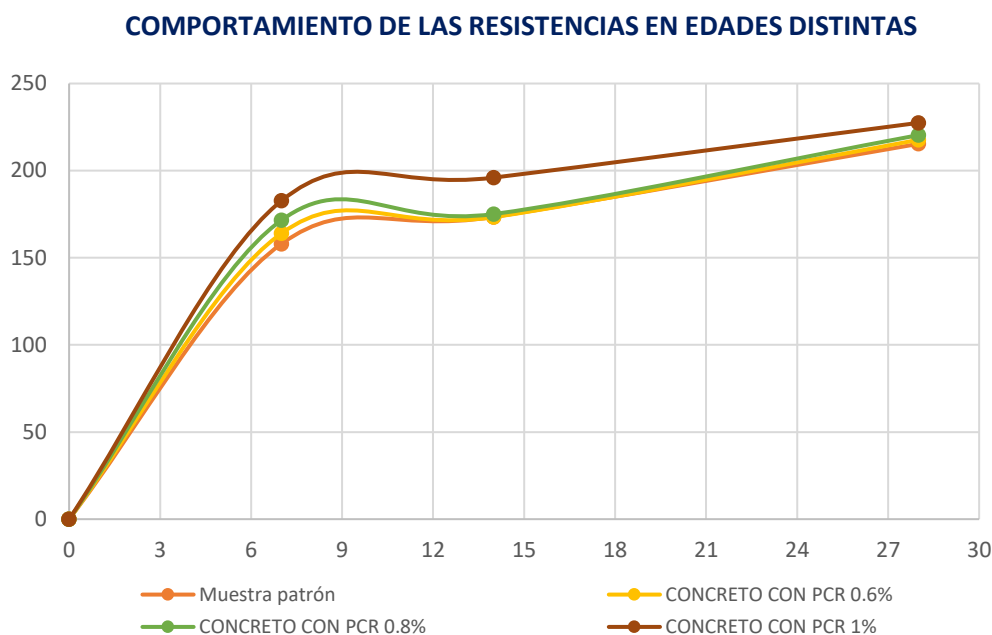
**Tabla 24**

*Comportamiento de las resistencias logradas.*

DESCRIPCIÓN	CONCRETO ESTANDAR	CONCRETO CON PCR 0.6%	CONCRETO CON PCR 0.8%	CONCRETO CON PCR 1%
<b>7 días</b>	158.01	164.01	171.58	182.72
<b>14 días</b>	173.45	173.35	175.11	196.02
<b>28 días</b>	215.37	217.68	220.39	227.42

El concreto: estándar y con adiciones de (PCR) en proporciones de 0.6%, 0.8% y 1%, medido a los 7, 14 y 28 días. Se observa que a medida que aumenta el porcentaje de PCR, las resistencias mejoran en todos los períodos evaluados. El concreto con 1% de PCR muestra la mayor resistencia, alcanzando 182.72 kg/cm<sup>2</sup> en 7 días, 196.02 kg/cm<sup>2</sup> en 14 días, y 227.42 kg/cm<sup>2</sup> en 28 días, lo que sugiere un impacto positivo del uso de PCR en la resistencia del concreto.

Figura 31

*Comportamiento de esfuerzos.*

El hormigón estándar y el hormigón con polvo de hormigón reciclado se comportan de forma diferente en cuanto a resistencia. Los tres porcentajes diferentes que se emplearon arrojaron resultados favorables, y ese es el motivo. Concluimos que la resistencia aumenta en un porcentaje mínimo ya que obtuvimos el mejor resultado posible cuando agregamos 1% de PCR.

## 4.2 Discusión de resultados

(Ancco Ortega, 2022) en su investigación sobre la elaboración de concreto utilizando elementos reciclados provenientes de demoliciones de construcciones, llegó a una serie de resultados que aportan un conocimiento valioso para el campo de la ingeniería civil, especialmente en el ámbito de la sostenibilidad y el uso eficiente de materiales.

### **\*\*Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ \*\***

El estudio reveló que, utilizando un concreto estándar con una resistencia de diseño de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , la resistencia lograda tras 28 días fue de  $229.42 \text{ kg/cm}^2$ . Este valor superó al de la muestra patrón, que registró  $215.37 \text{ kg/cm}^2$  en el mismo período. La diferencia observada puede atribuirse al tipo y calidad de los agregados utilizados en la

mezcla. Es probable que los agregados reciclados seleccionados para este concreto hayan contribuido a una mejora en la compactación y cohesión del material, lo que resultó en una resistencia superior a la esperada.

Este hallazgo subraya la importancia de la selección de materiales en la fabricación de concreto. Un concreto bien diseñado, incluso con el uso de materiales reciclados, puede superar las expectativas de rendimiento, lo que abre la posibilidad de utilizar más ampliamente estos materiales en aplicaciones estructurales, siempre y cuando se mantengan los estándares de calidad.

### **\*\*Concreto con empleo de concreto reciclado\*\***

En la parte de la investigación donde se estudió el uso de concreto reciclado, se experimentó con tres porcentajes diferentes de material reciclado: 15%, 25% y 35%. Los resultados mostraron que a medida que se incrementa el porcentaje de concreto reciclado, la resistencia a la compresión a los 28 días disminuye progresivamente:

- Con un 15% de concreto reciclado, la resistencia alcanzada fue de 204.43 kg/cm<sup>2</sup>.
- Al incrementar el contenido a un 25%, la resistencia se redujo a 187.15 kg/cm<sup>2</sup>.
- Con un 35% de concreto reciclado, la resistencia descendió aún más, llegando a 165.55 kg/cm<sup>2</sup>.

Estos resultados contrastan significativamente con los obtenidos en una investigación complementaria, donde se empleó polvo de concreto reciclado en proporciones mínimas de 0.6%, 0.8%, y 1%. Las resistencias a la compresión a los 28 días en este caso fueron considerablemente más altas:

- Con 0.6% de polvo de concreto reciclado, se obtuvo una resistencia de 217.68 kg/cm<sup>2</sup>.
- Al usar un 0.8%, la resistencia alcanzó los 220.39 kg/cm<sup>2</sup>.
- Finalmente, con un 1% de polvo de concreto reciclado, se logró una resistencia de 227.42 kg/cm<sup>2</sup>.

Estos hallazgos sugieren que, si bien el uso de concreto reciclado en mayores cantidades puede afectar negativamente la resistencia del concreto, la incorporación de este material en cantidades controladas y en formas adecuadas (como polvo) puede



mantener o incluso mejorar las propiedades mecánicas del concreto. Por lo tanto, es crucial no solo considerar el porcentaje de material reciclado, sino también su forma y su integración en la mezcla para optimizar el rendimiento del concreto.

La investigación de Ancco Ortega destaca la necesidad de continuar explorando métodos innovadores para incorporar materiales reciclados en la construcción. Los resultados obtenidos indican que es posible crear concreto sostenible sin comprometer su rendimiento estructural, siempre que se preste atención a la selección y procesamiento de los materiales reciclados. Esto tiene implicaciones importantes para la industria de la construcción, ya que el uso de concreto reciclado podría reducir la demanda de recursos naturales y disminuir el impacto ambiental de las actividades constructivas, promoviendo prácticas más ecológicas y responsables.



## CONCLUSIONES

- C.1. Los materiales naturales derivados de la cantera de Unocolla poseen atributos físicos favorables, lo que los hace idóneos para la producción de concreto. El diseño de la mezcla contempla las siguientes porciones: 1.00 para cemento, 0.62 para agua, 3.37 para AG y 2.38 para AF.
- C.2. El asentamiento del concreto fresco convencional, con la incorporación de polvo de concreto reciclado, muestra resultados dentro del rango esperado en comparación con un concreto patrón de 3.2". Para una adición del 0.6% de polvo de concreto reciclado, el asentamiento alcanza 3.6"; con una adición del 0.8%, el asentamiento se reduce a 3.1"; y con el 1%, se incrementa a 3.4". En todos los casos, la consistencia se mantiene plástica y la mezcla es trabajable, incluso con el aumento progresivo del polvo de concreto reciclado.
- C.3. La resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días alcanzó los 215.37 kg/cm<sup>2</sup>. Con la incorporación de polvo de concreto reciclado, se obtuvieron los siguientes resultados: al 0.6% alcanzó 217.68 kg/cm<sup>2</sup>, al 0.8% llegó a 220.39 kg/cm<sup>2</sup>, y al 1% alcanzó 227.42 kg/cm<sup>2</sup>, siendo este último el valor más óptimo. Se observa una mejora progresiva en la resistencia a medida que aumenta el porcentaje de polvo de concreto reciclado, concluyéndose que su uso tiene un efecto positivo en la resistencia del concreto.



## RECOMENDACIONES

- R.1. Se sugiere utilizar materiales artificiales y realizar el diseño para un concreto de alta dureza, destinado a su aplicación en pavimentos rígidos.
  
- R.2. Se recomienda realizar llevar a cabo investigaciones con el objetivo de mejorar la manejabilidad del concreto mediante la incorporación de aditivos y otros elementos que contribuyan a su optimización.
  
- R.3. Se recomienda evaluar residuos de construcción con la adición de aditivos que ayuden en proporciones variables, para optimizar la resistencia del concreto, diversas marcas de cementos.



## REFERENCIAS

- Agreda-Sotelo, G. A., & Moncada-Moreno, G. L. (2015). *Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados*. Bogota - Colombia: Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10983/4550>
- Ancco Ortega, J. D. (2022). *Aplicación y reutilización del concreto y cerámico reciclado para mejorar las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, Puno, 2022*. Puno: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/93000>
- Asencio Sangay, A. R. (2014). *Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto  $F c=210$  kg/cm<sup>2</sup>*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/493>
- Barajas, E., & Buitrago, B. (2017). *Análisis comparativo del sistema de gestión de los pavimentos o mantenimiento vial de la ciudad de Bogotá con la ciudad de Sao Paulo*. Universidad Católica de Bogota. Bogota: UCatolica.
- Bedoya Barrientos, L. A., & Condori Blanco, T. (2021). *Influencia de ceniza de rastrojo de cebada y fibra de chillihua en un concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> , distrito Puno - Puno 2021*. Puno: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/65602>
- Bedoya, C., & Dzul, L. (2015). El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana. *Revista ingeniería de construcción*, vol. 30. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732015000200002>
- BELTRÁN, M. G., BARBUDO, A., AGRELA, F., JIMÉNEZ, J. R., & DE BRITO, J. (2016). *MECHANICAL PERFORMANCE OF BEDDING MORTARS MADE WITH OLIVE BIOMASS BOTTOM ASH. CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS*, 112,



- 699-707. cordoba: universidad de cordova. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.02.065>
- Castro Montoya, D. V. (2019). *COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO A ALTAS TEMPERATURAS CON MATERIAL RECICLADO: POLVO DE CAUCHO Y VIDRIO SÓDICO CÁLCICO*. Chiclayo: Universidad Señor de Sipán. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/6091>
- Choque Aguilar, D. (2011). *Determinación del comportamiento físico/mecánico del concreto con agregado grueso reciclado para uso en pavimentos rígidos - Juliaca*. Juliaca: Universidad Nacional del Altiplano Puno. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/5439>
- Coasaca, G. (2018). *Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizando distintos métodos de diseños de mezclas con los materiales típicos de la provincia de Arequipa*. Arequipa - Perú: Universidad Católica de Santa María.
- Cubas, C., & Tafur, N. (2019). *Correlación entre el esfuerzo de compresión y el módulo de rotura en concretos autocompactantes, utilizando agregados de las canteras Tres Tomas y La Victoria de la región Lambayeque y su aplicación en pavimentos rígidos*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque: UNPRG.
- Domínguez, J. (2015). *Manual de la investigación científica*. Chimbote, Perú: Universidad católica los ángeles.
- Galvan Arias, E. E. (2018). *Uso del concreto reciclado en la construcción de viviendas básicas en la provincia de Huancayo – 2018*. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12848/1610>
- Hernández, R., & Coello, S. (2008). *El paradigma cuantitativo de la investigación científica*. La Habana: Editorial Universitaria.
- Hernández, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. 9(17).



- Marcelo, P. D. (2019). *Análisis de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacra Familia" y su influencia en la resistencia a la compresión de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , en la provincia y region de Pasco - 2019*. Cerro de Pasco - Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion.
- Masías, K. (2018). *Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso*. Universidad De Piura. Piura: UDEP. Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3484/ICI\\_254.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3484/ICI_254.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Molina Lilian, Vera, N., Parrales, G., Laínez, A., & Clery, A. (2017). *Investigación aplicada en ciencias sociales*. Ecuador: Instituto de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico INCYT – UPSE.
- Nicomedes. (2018). tipo de investigacion.
- NTP. (2019). *Resistencia a la compresión (NTP 339.034)*.
- Olofinnade, O., Ogara, J., Oyawoye, I., Ede, A., Ndambuki, J., Oyeyemi, K., & Nduka, D. (2019). *Mechanical properties of high strength eco-concrete containing crushed waste clay brick aggregates as replacement for sand*. Obtenido de 10.1088/1757-899X/640/1/012046
- Parvina, C. (2020). *Adición de fibras de aluminio reciclado en bloques de concreto vibrado para mejorar las propiedades físico mecánica, Villa María-Lima 2020*. Universidad César Vallejo. Lima: UCV. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/87826/Parvina\\_GCI-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/87826/Parvina_GCI-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Pastrana-Ayala, J., Silva-Urrego, Y., Adrada-Molano, J., & Delvasto-Arjona, S. (2019). *Propiedades físico-mecánicas de concretos autocompactantes producidos con polvo de residuo de concreto*. Universidad del Valle. doi:<https://doi.org/10.23850/22565035.2170>
- Quispe Arce, F. J., & Verástegui Minaya, E. E. (2019). *Propiedades físicas - mecánicas de bloques de hormigón elaborado con agregado grueso reciclado de residuos de*



*construcción en la ciudad de Abancay.* Abancay: Universidad Ricardo Palma.

Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2797>

Rojas, Á. V. (2013). Uso de triturado de ladrillo reciclado como agregado grueso en la elaboración de concreto. *Ingenium Revista De La Facultad De Ingeniería*, 116-125.

Obtenido de <https://doi.org/10.21500/01247492.1287>

Vara, A. (2012). *7 pasos para una tesis exitosa*. Lima: USMP.

Xie, N. (2016). *Innovative Developments of Advanced Multifunctional Nanocomposites in Civil and Structural Engineering*. Obtenido de

<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/portland-cement-concrete>



## ANEXOS



## Anexo 1. Matriz de Consistencia

TESIS TITULADA: "INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA"				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Inst. de Medición
<p><b>Problema General:</b> ¿Cuál es la influencia del polvo de concreto reciclado en diferentes dosificaciones sobre la resistencia a la compresión del concreto convencional?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Evaluar la influencia del polvo de concreto reciclado en diferentes dosificaciones sobre la resistencia a la compresión del concreto convencional.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> La influencia del polvo de concreto reciclado en la resistencia a la compresión del concreto, será positiva.</p>		
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable Independiente	
<p>¿Qué proporciones se requieren para elaborar un concreto convencional, utilizando un diseño de mezclas y agregados provenientes de la cantera Unocolla, en la ciudad de Juliaca?</p> <p>¿Qué efecto tiene el polvo de concreto reciclado sobre el asentamiento del concreto, en la ciudad de Juliaca?</p> <p>¿De qué manera influye el polvo de concreto reciclado, en porcentajes de 0.6%, 0.08% y 1%, en la resistencia a la compresión del concreto, en la ciudad de Juliaca?</p>	<p>Establecer las proporciones adecuadas para la elaboración de un concreto convencional, según un diseño de mezclas y utilizando agregados de la cantera Unocolla, en la ciudad de Juliaca.</p> <p>Evaluar la influencia del polvo de concreto reciclado en el asentamiento del concreto, en la ciudad de Juliaca.</p> <p>Analizar cómo afecta el polvo de concreto reciclado, en porcentajes de 0.6%, 0.08% y 1%, la resistencia a la compresión del concreto, en la ciudad de Juliaca.</p>	<p>Las proporciones básicas para una mezcla de concreto convencional con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> son adecuadas, y las características de los agregados son adecuadas y compatibles con los requisitos de construcción.</p> <p>El asentamiento del concreto con el empleo de polvo de concreto reciclado en porcentajes variable será trabajable con una consistencia plástica.</p> <p>La resistencia a la compresión del concreto elaborado con el empleo de polvo de concreto reciclado en proporciones será positiva, puesto que aumentará la resistencia requerida.</p>	<p><b>CONCRETO</b></p> <p><b>Dimensiones:</b> <i>Polvo de concreto reciclado.</i></p> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p><b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b></p> <p><b>Dimensiones:</b> • <i>Esfuerzo a compresión</i></p>	<p>Fichas y Herramientas de Laboratorio</p> <p>Equipos y herramienta de Laboratorio de Concretos.</p>



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



**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA  
**SOLICITANTE** : BACHILLER JHON PORTILLO CALSINA  
**CANTERA** : UNOCOLLA - AGREGADO GRUESO  
: UNOCOLLA - AGREGADO FINO  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
**FECHA** : 03 DE ENERO DEL 2024

### ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

#### AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0,00	0,00	100,00	A -Peso de muestra secada al horno	484,89
N° 4	0,00	0,00	0,00	100,00	B -Peso de muestra saturada seca (SSS)	500,00
N° 8	117,32	23,46	23,46	76,54	Wc -Peso del picnómetro con agua	1311,02
N° 16	110,32	22,06	45,53	54,47	W -Peso del Pic. + muestra + agua	1637,24
N° 30	125,84	25,17	70,70	29,30	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
N° 50	80,31	16,06	86,76	13,24	Wc+B = 1811	Wc+B-W = 174
N° 100	43,61	8,72	95,48	4,52	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W} = 2,88$	gr/cm <sup>3</sup>
N° 200	10,37	2,07	97,55	2,45	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	12,23	2,45	100,00	0,00	B = 500,00	B-A = 15,11
SUMA	500,00	100,00			Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A} = 3,12$	%
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
<b>Mf = MODULO DE FINEZA</b>					<b>3,22</b>	

#### AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0,00	0,00	100,00	A -Peso de muestra secada al horno	788,31
1 1/2"	0	0,00	0,00	100,00	B -Peso de muestra saturada seca (SSS)	800,00
1"	550	15,71	15,71	84,29	Wc -Peso del picnómetro con agua	1310,11
3/4"	436	12,46	28,17	71,83	W -Peso del Pic. + muestra + agua	1783,61
1/2"	930	26,57	54,74	45,26	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
3/8"	545	15,57	70,31	29,69	Wc+B = 2110	Wc+B-W = 327
N° 4	0	0,00	70,31	29,69	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W} = 2,45$	gr/cm <sup>3</sup>
N° 8	1039	29,69	100,00	0,00	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	0,00	0,00	100,00	0,00	B = 800,00	B-A = 11,69
SUMA	3500,00	100,00			Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A} = 1,48$	%
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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



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



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA

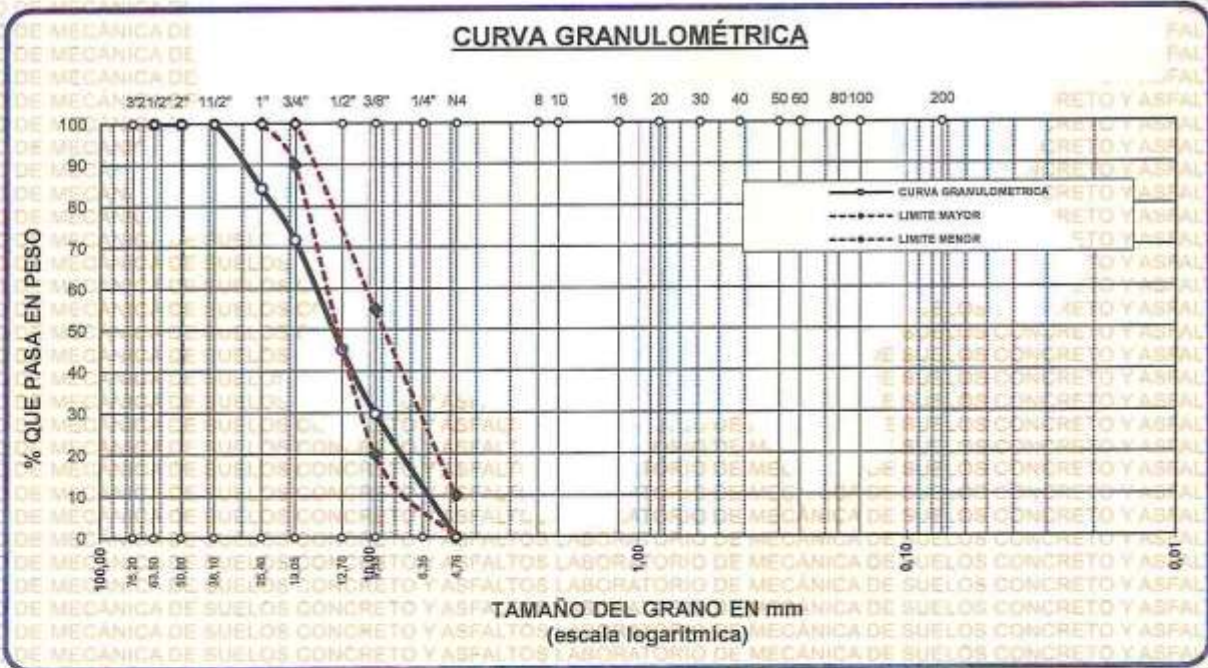
**SOLICITANTE** : BACHILLER JHON PORTILLO CALSINA

**CANTERA** : UNOCOLLA - AGREGADO GRUESO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

**FECHA** : 03 DE ENERO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76,200		0,00	0,00	100,00		Peso Inicial = 3500 gr.
2 1/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	100,00		Tamaño máx. nominal = 3/4"
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,400	550,00	15,71	15,71	84,29	100 %	OBSERVACIONES:
3/4"	19,050	436,00	12,46	28,17	71,83	90 - 100 %	
1/2"	12,700	930,00	26,57	54,74	45,26	20 - 55 %	
3/8"	9,525	545,00	15,57	70,31	29,69		
1/4"	6,350						
No4	4,760	1039,00	29,69	100,00	0,00	0 - 10 %	
BASE		0,00	0,00	100,00	0,0		
<b>TOTAL</b>		<b>3500,00</b>	<b>100,00</b>				
<b>% PERDIDA</b>		<b>0,00</b>					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 ICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 JEFATURA  
 Mtro. Arnaldo Yana Torres  
 CAP 101113



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



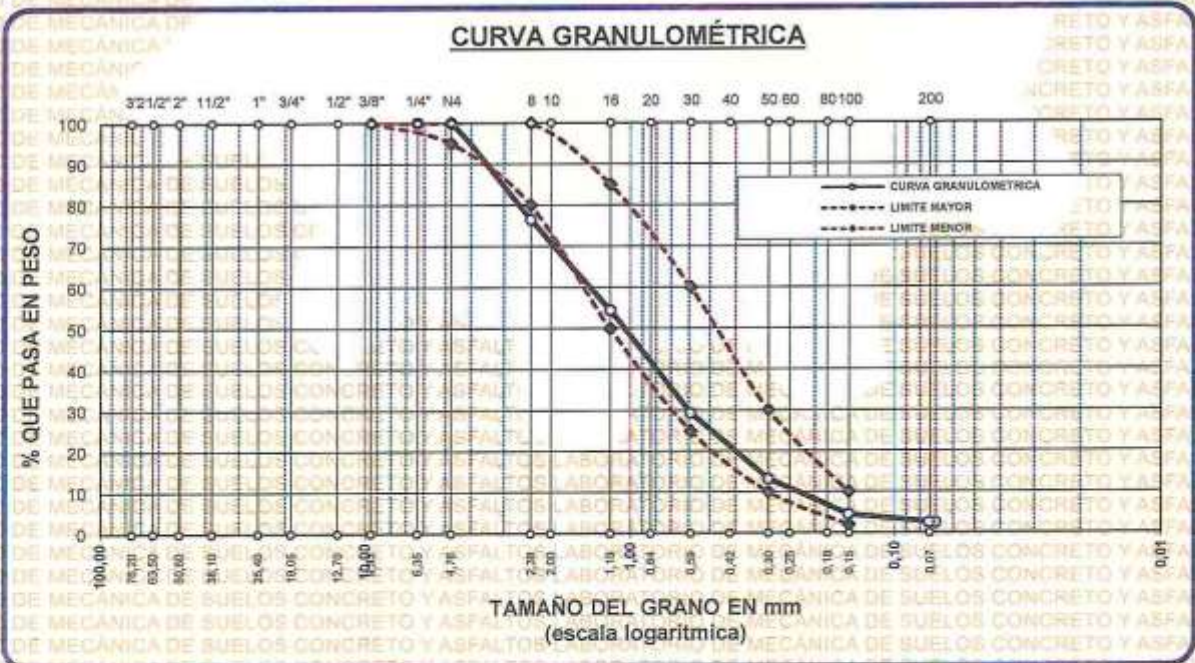
### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA  
**SOLICITANTE** : BACHILLER JHON PORTILLO CALSINA  
**CANTERA** : UNOCOLLA - AGREGADO FINO  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
**FECHA** : 03 DE ENERO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9,525	0,00	0,00	0,00	100,00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6,350	0,00	0,00	0,00	100,00	95 - 100 %	
No4	4,760	0,00	0,00	0,00	100,00	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 3,22
No8	2,380	117,32	23,46	23,46	76,54		
No10	2,000						
No16	1,190	110,32	22,06	45,53	54,47	50 - 85 %	
No20	0,840						
No30	0,590	125,84	25,17	70,70	29,30	25 - 60 %	
No40	0,420						
No 50	0,300	80,31	16,06	86,76	13,24	10 - 30 %	
No60	0,250						
No80	0,180						
No100	0,149	43,61	8,72	95,48	4,52	2-10%	
No200	0,074	10,37	2,07	97,55	2,45		
BASE		12,23	2,45	100	0,00		
TOTAL		500,00	100,00				
% PERDIDA			2,45				

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

M.Sc. ARIADNA YANA TORRES



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



## PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER JHON PORTILLO CALSINA

**CANTERA** : UNOCOLLA - AGREGADO GRUESO  
: UNOCOLLA - AGREGADO FINO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

**FECHA** : 03 DE ENERO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	5925 gr	5925 gr	5925 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2081 cm <sup>3</sup>	2081 cm <sup>3</sup>	2081 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	+ CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9550,00 gr	9630,00 gr	9701,00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3625,00 gr	3705,00 gr	3776,00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1,742 gr/cm <sup>3</sup>	1,780 gr/cm <sup>3</sup>	1,815 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1,779 gr/cm <sup>3</sup>		

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	5925 gr	5925 gr	5925 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2081 cm <sup>3</sup>	2081 cm <sup>3</sup>	2081 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9730,00 gr	9780,00 gr	9820,00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3805,00 gr	3855,00 gr	3895,00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1,828 gr/cm <sup>3</sup>	1,852 gr/cm <sup>3</sup>	1,872 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1,851 gr/cm <sup>3</sup>		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

M.S.C. JEFATURA  
Ing. Arnaldo José Torres



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



## PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA  
**SOLICITANTE** : BACHILLER JHON PORTILLO CALSINA  
**CANTERA** : UNOCOLLA - AGREGADO GRUESO  
: UNOCOLLA - AGREGADO FINO  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
**FECHA** : 03 DE ENERO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	7935 gr	7935 gr	7935 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3242 cm <sup>3</sup>	3242 cm <sup>3</sup>	3242 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12510,00 gr	12850,00 gr	12690,00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4575,00 gr	4715,00 gr	4755,00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1,411 gr/cm <sup>3</sup>	1,454 gr/cm <sup>3</sup>	1,467 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1,444 gr/cm <sup>3</sup>		

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	7935 gr	7935 gr	7935 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3242 cm <sup>3</sup>	3242 cm <sup>3</sup>	3242 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	12910,00 gr	12850,00 gr	12980,00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	4975,00 gr	4915,00 gr	5045,00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1,535 gr/cm <sup>3</sup>	1,516 gr/cm <sup>3</sup>	1,556 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1,536 gr/cm <sup>3</sup>		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

LABORATORIO M.S.C.A. INVESTIGACIÓN  
Mgtr. Arnaldo Yana Torres



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



## CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER JHON PORTILLO CALSINA

**CANTERA** : UNOCOLLA - AGREGADO GRUESO  
: UNOCOLLA - AGREGADO FINO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

**FECHA** : 03 DE ENERO DEL 2024

MUESTRA : AGREGADO FINO	
N° DE TARRO	1+
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	314,02
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	303,74
PESO DEL TARRO (gr.)	50,45
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	263,57
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	253,29
PESO DEL AGUA (gr.)	10,28
% HUMEDAD	4,06

MUESTRA : AGREGADO GRUESO	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	415,31
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	405,85
PESO DEL TARRO (gr.)	49,75
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	365,56
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	356,10
PESO DEL AGUA (gr.)	9,46
% HUMEDAD	2,66

### OBSERVACIONES:

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

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



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



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

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO REICLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER JHON PORTILLO CALSINA

**CANTERA** : UNOCOLLA - AGREGADO GRUESO  
UNOCOLLA - AGREGADO FINO

**UBICACIÓN** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

**FECHA** : 03 DE ENERO DEL 2024

### PROCESO DE DISEÑO:

**NORMAS:** ACI 211.1.74  
ACI 211.1.81

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

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

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI TIPO IP

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de:  $3/4"$  (19,05mm)

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

### RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2,45	2,88
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1536	1851
P.U. Suelto	1444	1779
% de Absorción	1,48	3,12
% de Humedad Natural	2,66	4,06
Modulo de Fineza	-	3,22

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal  $3/4"$  (19,05mm)
- Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de:  $205 \text{ Lt/m}^3$
- Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de:  $2,0 \%$
- Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces la relación agua/cemento (a/c) será de:  $0,55$
- De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(205 \text{ Lt/m}^3) / (0,55) = 372 \text{ Kg/m}^3$$

M.S.C.A. JEFATURA  
ING. JHON PORTILLO CALSINA  
C.I. 303257



7. De acuerdo al módulo de finza del agregado fino = 3,22 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1536 Kg/m<sup>3</sup> y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19,05mm) se recomienda el uso de 0,605 m<sup>3</sup> de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0,605) \cdot (1536) = 929 \text{ Kg/m}^3$$

8. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m<sup>3</sup> de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

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

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0,205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (373) / (2,85 \cdot 1000) = 0,131 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (929) / (2,54 \cdot 1000) = 0,366 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2,0) / (100) = 0,020 \\ \text{Volumen sub total} &= 0,722 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1,000 - 0,722) = 0,278 \text{ m}^3$$

$$(0,278) \cdot (2,88) \cdot 1000 = 801 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo } (929) \cdot (1,026566) &= 954 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo } (801) \cdot (1,0406) &= 834 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

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

$$205 - 929 \cdot \left( \frac{2,66 - 1,48}{100} \right) - 801 \left( \frac{4,06 - 3,12}{100} \right) = 187$$

### DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	373	1,00	373	1,00
Agua	205	0,55	187	0,50
Agreg. Grueso	929	2,49	954	2,56
Agreg. Fino	801	2,15	834	2,24
Aire	2,0 %		2,0 %	

### 8,77 BOLSAS / m<sup>3</sup> DE CEMENTO

#### DOSIFICACIÓN POR PESO:

$$\begin{aligned} \text{Cemento} &: 42,50 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado fino húmedo} &: 95,06 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado grueso húmedo} &: 108,75 \text{ Kg.} \\ \text{Agua efectiva} &: 21,27 \text{ Kg.} \end{aligned}$$



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
Metr. Arnoldo Yana Torres



### DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies<sup>3</sup>

<b>1,0 Bolsa de Cemento:</b>	<b>Redondeo</b>
- 1,89 p3 de Arena	1,9 p3 de Arena
- 2,66 p3 de Piedra Chancada	2,7 p3 de Piedra Chancada
- 21 Lt de Agua	21 Lt de Agua

### RECOMENDACIONES

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

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

### OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FAC. CAP. INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
M.S.C.A.  
Ing. Arnoldo Yana Torres



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA** : INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER JHON PORTILLO CALSINA

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA** : ENERO DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CONCRETO CONVENCIONAL

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	27254	14,98	176,24	154,64	210	03/01/2024	10/01/2024	7	73,64
2	BRIQUETA DE PRUEBA	28136	14,98	176,24	159,64	210	03/01/2024	10/01/2024	7	76,02
3	BRIQUETA DE PRUEBA	27954	15,01	176,95	157,98	210	03/01/2024	10/01/2024	7	75,23
4	BRIQUETA DE PRUEBA	28084	14,98	176,24	159,23	210	03/01/2024	10/01/2024	7	75,83
5	BRIQUETA DE PRUEBA	27947	14,98	176,24	158,57	210	03/01/2024	10/01/2024	7	75,61
Promedio De Esf. Rotura					158,01					75,24

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	29847	14,98	176,24	169,35	210	03/01/2024	17/01/2024	14	80,64
2	BRIQUETA DE PRUEBA	31058	14,98	176,24	176,22	210	03/01/2024	17/01/2024	14	83,92
3	BRIQUETA DE PRUEBA	30617	15,01	176,95	173,03	210	03/01/2024	17/01/2024	14	82,39
4	BRIQUETA DE PRUEBA	29987	15,01	176,95	169,47	210	03/01/2024	17/01/2024	14	80,70
5	BRIQUETA DE PRUEBA	31584	14,98	176,24	179,21	210	03/01/2024	17/01/2024	14	85,34
Promedio De Esf. Rotura					173,45					82,60

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	37845	15,01	176,95	213,87	210	03/01/2024	31/01/2024	28	101,84
2	BRIQUETA DE PRUEBA	38054	15,01	176,95	215,05	210	03/01/2024	31/01/2024	28	102,41
3	BRIQUETA DE PRUEBA	37954	14,98	176,24	215,35	210	03/01/2024	31/01/2024	28	102,55
4	BRIQUETA DE PRUEBA	38145	14,98	176,24	216,43	210	03/01/2024	31/01/2024	28	103,06
5	BRIQUETA DE PRUEBA	38247	15,01	176,95	216,15	210	03/01/2024	31/01/2024	28	102,93
Promedio De Esf. Rotura					215,37					102,56

#### BSERVACIONE

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

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

LABORATORIO M.S.C.A.  
DEFATURA

Msc. Arnaldo Vaca Torres



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP-339.034

**TEMA** : INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER JHON PORTILLO-CALSINA

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA** : ENERO DEL 2024

#### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 0,6% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	CONCRETO + 0,6% POLVO CR	28954	15,01	176,95	163,63	210	03/01/2024	10/01/2024	7	77,92
2	CONCRETO + 0,6% POLVO CR	28695	14,98	176,24	162,81	210	03/01/2024	10/01/2024	7	77,53
3	CONCRETO + 0,6% POLVO CR	29047	14,98	176,24	164,81	210	03/01/2024	10/01/2024	7	78,48
4	CONCRETO + 0,6% POLVO CR	28971	14,98	176,24	164,38	210	03/01/2024	10/01/2024	7	78,28
5	CONCRETO + 0,6% POLVO CR	29097	15,01	176,95	164,44	210	03/01/2024	10/01/2024	7	78,30
Promedio De Esf. Rotura					164,01					78,10

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	CONCRETO + 0,6% POLVO CR	30354	15,01	176,95	171,54	210	03/01/2024	17/01/2024	14	81,69
2	CONCRETO + 0,6% POLVO CR	30485	15,01	176,95	172,28	210	03/01/2024	17/01/2024	14	82,04
3	CONCRETO + 0,6% POLVO CR	30954	14,98	176,24	175,63	210	03/01/2024	17/01/2024	14	83,63
4	CONCRETO + 0,6% POLVO CR	30287	14,98	176,24	171,85	210	03/01/2024	17/01/2024	14	81,63
5	CONCRETO + 0,6% POLVO CR	31047	15,01	176,95	175,46	210	03/01/2024	17/01/2024	14	83,55
Promedio De Esf. Rotura					173,35					82,55

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	CONCRETO + 0,6% POLVO CR	38654	15,01	176,95	218,45	210	03/01/2024	31/01/2024	28	104,02
2	CONCRETO + 0,6% POLVO CR	37784	14,98	176,24	214,39	210	03/01/2024	31/01/2024	28	102,09
3	CONCRETO + 0,6% POLVO CR	38395	14,98	176,24	217,85	210	03/01/2024	31/01/2024	28	103,74
4	CONCRETO + 0,6% POLVO CR	38247	14,98	176,24	217,01	210	03/01/2024	31/01/2024	28	103,34
5	CONCRETO + 0,6% POLVO CR	39052	15,01	176,95	220,89	210	03/01/2024	31/01/2024	28	105,09
Promedio De Esf. Rotura					217,68					103,98

#### OBSERVACIONES

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
M.S.C.A. JEFE TITULAR  
Jhon Arnaldo Yana Torres



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA** : INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER JHON PORTILLO CALSINA

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA** : ENERO DEL 2024

#### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 0,8% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	CONCRETO + 0,8% POLVO CR	30248	15,01	176,95	170,94	210	03/01/2024	10/01/2024	7	81,40
2	CONCRETO + 0,8% POLVO CR	30197	14,98	176,24	171,34	210	03/01/2024	10/01/2024	7	81,59
3	CONCRETO + 0,8% POLVO CR	30308	14,98	176,24	171,97	210	03/01/2024	10/01/2024	7	81,89
4	CONCRETO + 0,8% POLVO CR	30478	14,98	176,24	172,93	210	03/01/2024	10/01/2024	7	82,35
5	CONCRETO + 0,8% POLVO CR	30209	15,01	178,95	170,72	210	03/01/2024	10/01/2024	7	81,30
Promedio De Esf. Rotura					171,58					81,70

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	CONCRETO + 0,8% POLVO CR	30845	14,98	176,24	175,01	210	03/01/2024	17/01/2024	14	83,34
2	CONCRETO + 0,8% POLVO CR	31022	14,98	176,24	176,02	210	03/01/2024	17/01/2024	14	83,82
3	CONCRETO + 0,8% POLVO CR	30791	15,01	176,95	174,01	210	03/01/2024	17/01/2024	14	82,96
4	CONCRETO + 0,8% POLVO CR	30774	14,98	176,24	174,61	210	03/01/2024	17/01/2024	14	83,15
5	CONCRETO + 0,8% POLVO CR	30997	14,98	176,24	175,88	210	03/01/2024	17/01/2024	14	83,75
Promedio De Esf. Rotura					175,11					83,38

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	CONCRETO + 0,8% POLVO CR	38845	15,01	178,95	219,53	210	03/01/2024	31/01/2024	28	104,54
2	CONCRETO + 0,8% POLVO CR	39015	15,01	178,95	220,49	210	03/01/2024	31/01/2024	28	104,99
3	CONCRETO + 0,8% POLVO CR	38994	14,98	176,24	221,25	210	03/01/2024	31/01/2024	28	105,36
4	CONCRETO + 0,8% POLVO CR	38798	14,98	176,24	220,14	210	03/01/2024	31/01/2024	28	104,83
5	CONCRETO + 0,8% POLVO CR	39024	15,01	178,95	220,54	210	03/01/2024	31/01/2024	28	105,02
Promedio De Esf. Rotura					220,39					104,95

#### OBSERVACION

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

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



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA** - INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** - BACHILLER JHON PORTILLO CALSINA

**LUGAR** - LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA** - ENERO DEL 2024

#### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 1% DE POLVO DE CONCRETO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	CONCRETO + 1% POLVO CR	32207	15,01	178,95	182,01	210	03/01/2024	10/01/2024	7	86,67	
2	CONCRETO + 1% POLVO CR	32304	14,98	176,24	183,29	210	03/01/2024	10/01/2024	7	87,28	
3	CONCRETO + 1% POLVO CR	32205	14,98	176,24	182,73	210	03/01/2024	10/01/2024	7	87,01	
4	CONCRETO + 1% POLVO CR	32359	15,01	178,95	182,67	210	03/01/2024	10/01/2024	7	87,08	
5	CONCRETO + 1% POLVO CR	32195	14,98	176,24	182,67	210	03/01/2024	10/01/2024	7	86,89	
Promedio De Esf. Rotura					182,72						87,01

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	CONCRETO + 1% POLVO CR	34768	14,98	176,24	197,27	210	03/01/2024	17/01/2024	14	93,94	
2	CONCRETO + 1% POLVO CR	34631	14,98	176,24	196,50	210	03/01/2024	17/01/2024	14	93,57	
3	CONCRETO + 1% POLVO CR	34607	15,01	176,95	195,57	210	03/01/2024	17/01/2024	14	93,13	
4	CONCRETO + 1% POLVO CR	34457	15,01	176,95	194,73	210	03/01/2024	17/01/2024	14	92,73	
5	CONCRETO + 1% POLVO CR	34551	14,98	176,24	196,04	210	03/01/2024	17/01/2024	14	93,35	
Promedio De Esf. Rotura					196,02						93,34

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	CONCRETO + 1% POLVO CR	39984	14,98	176,24	226,87	210	03/01/2024	31/01/2024	28	108,03	
2	CONCRETO + 1% POLVO CR	40321	14,98	176,24	228,78	210	03/01/2024	31/01/2024	28	108,94	
3	CONCRETO + 1% POLVO CR	40107	15,02	177,19	226,36	210	03/01/2024	31/01/2024	28	107,79	
4	CONCRETO + 1% POLVO CR	39957	14,98	176,24	226,71	210	03/01/2024	31/01/2024	28	107,98	
5	CONCRETO + 1% POLVO CR	40413	15,01	178,95	228,39	210	03/01/2024	31/01/2024	28	108,76	
Promedio De Esf. Rotura					227,42						108,30

#### OBSERVACIONES

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER

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

*[Firma]*  
M. S. C. JEFFERSON  
JULIACA



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 07-01-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JHON PORTILLO CALSINA

Dirección: Jr. NUEVA AMERICA S/N

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 71027476

Teléfono: 900 150 000 email: portillocalsinajhon@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: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: INFLUENCIA DEL POLVO DE CONCRETO RECICLADO EN DOSIFICACIONES  
VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL  
CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE JULIACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): POLVO DE CONCRETO RECICLADO, TRABAJABILIDAD, RESISTENCIA A  
COMPRESION

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

1

<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  Titulo  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

07-01-2025

Fecha