TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MARCO TULIO PARI JACHO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2026

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MARCO TULIO PARI JACHO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE	:	Dr. RONALD MADERA TERÁN
PRIMER MIEMBRO	:	Dr. ARNALDO YANA TORRES
SEGUNDO MIEMBRO	:	Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
ASESOR DE TESIS	:	M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	:	TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

RESOLUCIÓN DECANAL N° 0140-2026-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 01 de abril del 2026

VISTO: El expediente **N° 2026-C-2952** presentado por el (la) Bachiller: **MARCO TULIO PARI JACHO** 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. **MARCO TULIO PARI JACHO,** quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.**

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

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en 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. ARNALDO YANA TORRES
- **2do Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ARTICULO SEGUNDO. – **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA.**

ARTICULO TERCERO. – **APROBAR,** la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **MARCO TULIO PARI JACHO;** del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.** de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : Jueves 09 de abril del 2026
- **HORA** : 11:00 hr
- **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.

Dr. Ronald Madera Terán
DECANO (e)
CIP: 66975

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1294-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 15 de octubre del 2025

VISTO: El expediente **N° 2025-CU-9570** por el señor (a): **MARCO TULIO PARI JACHO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO – **N° 958-2025**-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato **N° 129 - 2025** del integrante del comité de investigación **1294** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **MARCO TULIO PARI JACHO,** ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulada: **EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 129 - 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES.**

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN,** presentado por el señor (a): **MARCO TULIO PARI JACHO,** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES,** en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la), **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA.**

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" – FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS – DIRECTOR – JULIACA
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 988-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 03 de setiembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 2173, presentado por el señor (a) MARCO TULIO PARI JACHO solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO – N° 723-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 094-2025 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): MARCO TULIO PARI JACHO ha presentado su propuesta de investigación Titulada: EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 094-2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): MARCO TULIO PARI JACHO, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025 correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE MATERIALES.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA.

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
M.SC. ROGER V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
C.I.P. 32730

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Fritz Willy Manani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2025
Interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

MARCO TULIO PARI JACHO

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGAD...

Trabajos de tesis para ingreso a repositorio

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::13016:601125454

Fecha de entrega
18 jun 2026, 23:02 GMT-5

Fecha de descarga
19 jun 2026, 12:45 GMT-5

Nombre del archivo
T036_45459070_T.docx

Tamaño del archivo
28.3 MB

156 páginas

23.973 palabras

133.255 caracteres

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

18% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

9%	Fuentes de Internet
1%	Publicaciones
16%	Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

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

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	MARCO TULIO PARI JACHO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	45459070
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0000-9553-1880
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01323821
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4595-7589
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	RONALD MADERA TERÁN
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02429150
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	02306659
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de Materiales - **P17**
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 37"  https://maps.app.goo.gl/5W9RJLMVNV1z5tBY8
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2025 – Abril 2026
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Libreria	**Ingeniería Civil** https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 **Ingeniería de Materiales** https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo MARCO TULIO PARI JACHO, identificado con DNI Nro. 45459070, 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:

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

Asesorado por: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

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 suyas 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 18 de mayo del 2026

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)

Huella

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

DEDICATORIA

Mi familia, cuyo amor y apoyo incondicional han sido mi fuente de fortaleza a lo largo de este camino, es la destinataria de mi tesis, la cual dedico a ellos. También quiero dedicarla a todas las personas que han depositado su confianza en mí, brindándome la inspiración y el impulso que necesito para seguir adelante en todos los aspectos de mi vida.

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

AGRADECIMIENTO

Quiero aprovechar este momento para agradecer de todo corazón a mi asesor de tesis por toda su ayuda, apoyo y paciencia. A todos los que han estado ahí para mí, ya sean amigos, familiares o compañeros de trabajo, les agradezco eternamente. Su apoyo incondicional y su confianza fueron cruciales para mi éxito. Sus contribuciones fueron cruciales para el éxito de nuestro proyecto, y les estoy muy agradecido.

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA i
AGRADECIMIENTO ii
ÍNDICE GENERAL iii
ÍNDICE DE TABLAS vi
ÍNDICE DE FIGURAS ix
RESUMEN x
ABSTRACT xi
INTRODUCCIÓN xii

CAPÍTULO I
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Situación problemática. 14
1.2 Planteamiento del problema 15
1.2.1 Problema General. 15
1.2.2 Problemas Específicos. 15
1.3 Objetivos de la investigación. 16
1.3.1 Objetivo General 16
1.3.2 Objetivos Específicos. 16
1.4 Justificación de la investigación. 16
1.4.1 Justificación Teórica 16
1.4.2 Justificación Práctica 17
1.4.3 Justificación Social 17
1.4.4 Justificación Económica 18
1.4.5 Justificación Ambiental 18
1.5 Hipótesis de la Investigación. 18
1.5.1 Hipótesis General. 18
1.5.2 Hipótesis Específicas. 18
1.6 Variables e indicadores. 19
1.6.1 Variable independiente. 19
1.6.2 Variable dependiente 19
1.7 Operacionalización de Variables. 19

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación. 21

2.1.1Antecedentes Internacionales. 21
2.1.2Antecedentes Nacionales. 28
2.1.3Antecedentes Locales. 33
2.2 Bases teóricas. 36
2.2.1Concreto Permeable. 36
2.2.1.1 Propiedades del concreto permeable 37
2.2.1.2 Diseño y Fabricación 38
2.2.2Agregado reciclado en el concreto. 39
2.2.2.1 Características relevantes del agregado reciclado 39
2.2.2.2 Impacto del agregado reciclado en la industria de la construcción 41
2.2.3Cerámico reciclado como agregado 42
2.2.3.1 Propiedades relevantes del agregado cerámico reciclado 42
2.2.3.2 Desafíos técnicos del uso del agregado cerámico reciclado 44
2.2.3.3 Aplicaciones del agregado cerámico reciclado en la construcción 45
2.2.4Fundamentos y Normativas 45
2.2.4.1 Normativas y Fundamentos Técnicos 45
2.3 Marco conceptual 48
2.3.1Concreto Permeable 48
2.3.2Agregados Reciclados 48
2.3.3Agregados Cerámicos Reciclados 49
2.3.4Construcción Sostenible 49
2.3.5Residuos de Construcción 49
2.3.6Permeabilidad 49
2.3.7Resistencia a la Compresión 50
2.3.8Normas ACI 522R-10 50

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de investigación 51
3.2 Tipo de la investigación 51
3.3 Nivel de la Investigación 52
3.4 Diseño de la Investigación 52
3.5 Método de la Investigación 53
3.6 Población y Muestra 53
3.6.1Población 53
3.6.2Muestra 53
3.7 Técnicas e Instrumentos 54
3.7.1Técnicas 54

3.7.2Instrumentos. 55
3.8 Plan de recolección y procesamiento de datos 56
3.8.1Desarrollo del plan de investigación..... 56
3.9 Procesamiento de datos 63

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados..... 64
4.1.1Trabajabilidad del concreto permeable. 68
4.1.2Resistencia a la compresión del concreto..... 70
4.1.2.1 Concreto Estándar Permeable..... 70
4.1.2.2 Concreto + agregado reciclado 10% 72
4.1.2.3 Concreto + agregado reciclado 20% 73
4.1.2.4 Concreto + agregado reciclado 30% 75
4.1.2.5 Concreto + cerámico reciclado 5%..... 76
4.1.2.6 Concreto + cerámico reciclado 10%..... 78
4.1.2.7 Concreto + cerámico reciclado 15%..... 79
4.1.3Coeficiente de permeabilidad del concreto permeable con agregado reciclado y cerámico reciclado. 81
4.1.3.1 Concreto estándar..... 81
4.1.3.2 Concreto con 10% agregado reciclado..... 82
4.1.3.3 Concreto con 20% agregado reciclado..... 83
4.1.3.4 Concreto con 30% agregado reciclado..... 84
4.1.3.5 Concreto con 5% cerámico reciclado. 85
4.1.3.6 Concreto con 10% cerámico reciclado. 86
4.1.3.7 Concreto con 15% cerámico reciclado. 87
4.2 Discusión de resultados. 98
CONCLUSIONES..... 101
RECOMENDACIONES 103
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 104
ANEXOS..... 109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Cuadro de operación de variables.* 20

Tabla 2 *Estado y preparación de los materiales.* 59

Tabla 3 *Distribución del material grueso.* 65

Tabla 4 *Distribución del material fino.* 65

Tabla 5 *Humedad del material.* 66

Tabla 6 *Peso específico y absorción.* 66

Tabla 7 *Peso Unitario Suelto del material.* 67

Tabla 8 *Peso Unitario Compactado de los materiales.* 67

Tabla 9 *Dosificación de materiales.* 67

Tabla 10 *Agregado reciclado 10%, 20%, 30% de reemplazo de "Material G".* 68

Tabla 11 *Cerámico reciclado 5%, 10%, 15% de reemplazo de "Material F".* 68

Tabla 12 *Asentamiento del concreto en estado fresco, con agregado reciclado.* 68

Tabla 13 *Asentamiento del concreto en estado fresco, con cerámico reciclado.* 69

Tabla 14 *Resistencia del concreto estándar permeable curado en 7 días.* 70

Tabla 15 *Resistencia del concreto estándar permeable curado en 14 días.* 71

Tabla 16 *Resistencia del concreto estándar permeable curado en 28 días.* 71

Tabla 17 *Resistencia del concreto + 10% de agregado reciclado, a 7 días.* 72

Tabla 18 *Resistencia del concreto + 10% de agregado reciclado, a 14 días.* 72

Tabla 19 *Resistencia del concreto + 10% de agregado reciclado, a 28 días.* 73

Tabla 20 *Resistencia del concreto + 20% de agregado reciclado, a 7 días.* 73

Tabla 21 *Resistencia del concreto + 20% de agregado reciclado, a 14 días.* 74

Tabla 22 *Resistencia del concreto + 20% de agregado reciclado, a 28 días.* 74

Tabla 23 *Resistencia del concreto + 30% de agregado reciclado, a 7 días.* 75

Tabla 24 *Resistencia del concreto + 30% de agregado reciclado, a 14 días.* 75

Tabla 25 *Resistencia del concreto + 30% de agregado reciclado, a 28 días.* 76

Tabla 26 *Resistencia del concreto + 5% de cerámico reciclado, a 7 días.* 76

Tabla 27 *Resistencia del concreto + 5% de cerámico reciclado, a 14 días.* 77

Tabla 28 *Resistencia del concreto + 5% de cerámico reciclado, a 28 días.* 77

Tabla 29 *Resistencia del concreto + 10% de cerámico reciclado, a 7 días.* 78

Tabla 30 *Resistencia del concreto + 10% de cerámico reciclado, a 14 días.* 78

Tabla 31 *Resistencia del concreto + 10% de cerámico reciclado, a 28 días.* 79

Tabla 32 *Resistencia del concreto + 15% de cerámico reciclado, a 7 días.* 79

Tabla 33 *Resistencia del concreto + 15% de cerámico reciclado, a 14 días.* 80

Tabla 34 *Resistencia del concreto + 15% de cerámico reciclado, a 28 días.* 80

Tabla 35 *Permeabilidad concreto muestra estándar.* 81

Tabla 36 *Permeabilidad con 10% agregado reciclado.* 82

Tabla 37 *Permeabilidad con 20% agregado reciclado.* 83

Tabla 38 *Permeabilidad con 30% agregado reciclado.* 84

Tabla 39 *Permeabilidad con 5% cerámico reciclado.* 85

Tabla 40 *Permeabilidad con 10% cerámico reciclado.* 86

Tabla 41 *Permeabilidad con 15% cerámico reciclado.* 87

Tabla 42 *Esfuerzos en 7 días, del concreto permeable.* 88

Tabla 43 *Esfuerzos en 14 días, del concreto permeable.* 88

Tabla 44 *Esfuerzos en 28 días, del concreto permeable.* 89

Tabla 45 *Comparativa de resistencias en edades variables.* 89

Tabla 46 *Esfuerzos en 7 días, del concreto permeable.* 90

Tabla 47 *Esfuerzos en 14 días, del concreto permeable.* 91

Tabla 48 *Esfuerzos en 28 días, del concreto permeable.* 91

Tabla 49 *Comparativa de resistencias en edades variables.* 92

Tabla 50 *Permeabilidad en 7 días.* 93

Tabla 51 *Permeabilidad en 14 días.* 93

Tabla 52 *Permeabilidad en 28 días.* 94

Tabla 53 *Comparativa de la permeabilidad en edades variables.* 94

Tabla 54 *Permeabilidad pasado los 7 días.* 95

Tabla 55 *Permeabilidad pasado los 14 días.* 96

Tabla 56 *Permeabilidad pasado los 28 días.* 96

Tabla 57 *Comparativa de la permeabilidad en edades variables.* 97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Ubicación de la cantera Isla.* 57

Figura 2 *Agregado reciclado.* 58

Figura 3 *Cerámica reciclada.* 58

Figura 4 *Preparación para la elaboración de briqueta de concreto.* 59

Figura 5 *Trabajabilidad del concreto poroso.* 60

Figura 6 *Prueba de resistencia a compresión del concreto permeable.* 61

Figura 7 *Ensayo de coeficiente de permeabilidad del concreto poroso.* 62

Figura 8 *Comportamiento físico del concreto en su fase inicial.* 69

Figura 9 *Comportamiento físico del concreto en su fase inicial.* 70

Figura 10 *Tendencia de la permeabilidad concreto estándar.* 81

Figura 11 *Permeabilidad C + 10% AR.* 82

Figura 12 *Permeabilidad C + 20% AR.* 83

Figura 13 *Permeabilidad C + 30% AR.* 84

Figura 14 *Permeabilidad C + 5% CR.* 85

Figura 15 *Permeabilidad C + 10% CR.* 86

Figura 16 *Permeabilidad C + 15% CR.* 87

Figura 17 *Capacidad lograda a la fuerza compresiva del concreto permeable.* 90

Figura 18 *Capacidad lograda a la fuerza compresiva del concreto permeable.* 92

Figura 19 *Evolución de la permeabilidad en edades variables.* 95

Figura 20 *Evolución de la permeabilidad en edades variables.* 97

RESUMEN

La presente tesis "Evaluación de las propiedades del concreto permeable modificado con sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en el distrito de Juliaca 2025". El objetivo fue evaluar las propiedades del concreto permeable modificado con sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado. La investigación adopta un enfoque cuantitativo, experimental y aplicado para evaluar el efecto de sustituir parcialmente agregados naturales por reciclados y cerámicos en el concreto permeable. Se diseñaron mezclas con diferentes proporciones y se midieron sus propiedades de trabajabilidad, resistencia a compresión y permeabilidad bajo método científico. El concreto patrón mostró un asentamiento de 2.1 cm, en tanto las mezclas con agregado reciclado y cerámico reciclado redujeron el slump hasta valores cercanos a 0.1–0.2 cm, evidenciando mezclas más secas y menos manejables en estado fresco, lo que exige un mayor control durante la colocación. La resistencia a compresión a 28 días bajó de 175,94 kg/cm² a 149,22 kg/cm² para 30% reciclado, permaneciendo aún en rangos adecuados para concreto permeable. Por su parte, la cerámica reciclada en bajas proporciones (5%) logró aumentar la resistencia hasta 180,24 kg/cm². La permeabilidad hidráulica aumentó con el mayor contenido de materiales reciclados, variando entre 1.094 cm/seg (control) y 1.862 cm/seg (30% agregado reciclado o 15% cerámico). Las mezclas con sustitución de agregado natural por 10–30% agregado reciclado y 5–15% cerámico reciclado presenta un equilibrio adecuado entre trabajabilidad, resistencia y permeabilidad. El cerámico reciclado mostró un efecto positivo en la resistencia a compresión, mientras que ambos materiales incrementan la permeabilidad, mejorando la funcionalidad drenante.

Palabras clave: Concreto permeable, trabajabilidad, resistencia a compresión, Permeabilidad, agregado reciclado, cerámico reciclado.

ABSTRACT

This thesis, "Evaluation of the Properties of Modified Permeable Concrete with the Substitution of Natural Aggregate with Recycled and Recycled Ceramic Aggregate in the Juliaca District 2025," aimed to evaluate the properties of permeable concrete modified by replacing natural aggregate with recycled and recycled ceramic aggregate. The research adopted a quantitative, experimental, and applied approach to assess the effect of partially substituting natural aggregates with recycled and ceramic aggregates in permeable concrete. Mixtures with different proportions were designed, and their workability, compressive strength, and permeability properties were measured using the scientific method. The control concrete showed a slump of 2.1 cm, while the mixtures with recycled and recycled ceramic aggregate reduced the slump to values close to 0.1–0.2 cm, indicating drier and less workable mixtures in their fresh state, which requires greater control during placement. The 28-day compressive strength decreased from 175.94 kg/cm² to 149.22 kg/cm² for the 30% recycled aggregate mix, still remaining within acceptable ranges for permeable concrete. Meanwhile, the low proportion of recycled ceramic (5%) increased the compressive strength to 180.24 kg/cm². Hydraulic permeability increased with the higher recycled content, ranging from 1,094 cm/s (control) to 1,862 cm/s (30% recycled aggregate or 15% ceramic). Mixtures with 10–30% recycled aggregate and 5–15% recycled ceramic substituted natural aggregate exhibited a suitable balance between workability, strength, and permeability. Recycled ceramic showed a positive effect on compressive strength, while both materials increased permeability, improving drainage functionality.

Keywords: Pervious concrete, workability, compressive strength, permeability, recycled aggregate, recycled ceramics.

INTRODUCCIÓN

Se dice que la construcción produce grandes cantidades de residuos de construcción. Convertir la sostenibilidad en una preocupación hoy para todo el mundo y para todos los argumentos relacionados que se encuentran en el sector de la construcción, ya que los recursos naturales se consumen rápidamente debido a que la edificación en zonas ya urbanizadas ocupa la mayor parte de las ciudades. El uso indiscriminado de agregados naturales para la elaboración de concreto y la acumulación de desechos sólidos, en especial en zonas urbanas en crecimiento, han generado desafíos significativos para el encargo eficiente de recursos y el amparo del entorno. Teniendo en cuenta estos problemas, existe una necesidad urgente de explorar soluciones novedosas, sostenibles y compactas que puedan facilitar la implementación de la economía circular y ayudar a las ciudades modernas a seguir una vía de desarrollo más sostenible.

Entre ellas, el concreto permeable es una de las soluciones constructivas más fascinantes, ya que permite la infiltración de la lluvia y, por lo tanto, disminuye la contaminación de las masas de agua y las inundaciones. No obstante, gran parte de la investigación sobre concreto permeable se ha centrado en mezclas convencionales, dejando un vacío respecto a su fabricación mediante el uso de agregados reciclados y cerámicos reciclados, materiales cuya reutilización aportaría a la disminución de la presión sobre las canteras y a la gestión responsable de residuos sólidos urbanos.

En el distrito de Juliaca, la problemática es aún más acentuada por la rápida expansión urbana, la escasez de áreas verdes y la multiplicación de residuos provenientes de la actividad constructiva, lo que ha agravado los riesgos de aniegos, contaminación ambiental y agotamiento de recursos pétreos. Ante esta situación, el estudio enfoca en analizar las peculiaridades del concreto permeable modificado en sustitución parcial del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado, en

busca de soluciones técnicas adaptadas a la realidad local, que puedan ser replicadas en otras regiones con condiciones similares.

El estudio consta por 4 capítulos:

Capítulo I: Se describe el tema que motivó la investigación, junto con los objetivos perseguidos. También se articulan los fundamentos teóricos, las hipótesis que orientan la investigación y una descripción exhaustiva de las variables, sus dimensiones y los indicadores evaluativos.

Capítulo II: Proporciona un contexto que incluye investigaciones previas relevantes y datos de referencia útiles. Los conceptos clave y el vocabulario técnico necesarios para comprender este tema están aclarando, lo que permite una comparación con trabajos similares.

Capítulo III: Este capítulo explica cómo se realizó la investigación, incluido cómo se recopilaron y analizaron los datos para garantizar que el estudio fuera válido y confiable.

Capítulo IV: Finalmente, se presentan las conclusiones extraídas de los datos mediante tablas y gráficos. Además, se describen los resultados y su relación con el tema de investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Situación problemática.

A nivel global, la industria de la construcción representa una de las mayores consumidoras de recursos naturales, requiriendo aproximadamente el 40 % de los recursos disponibles por economía, lo que ha generado una escasez significativa de materiales como los agregados naturales y un gran impacto ambiental por utilización desmedida de canteras y disposición inadecuada de despojos de construcción y demolición (RCD). Esta situación ha motivado la búsqueda de alternativas sostenibles, como el empleo de agregados reciclados derivados de RCD, los cuales se han investigado ampliamente como sustitutos parciales o totales en concreto, demostrando que estas prácticas ayudan a reducir la huella ecológica, disminuir la presión sobre los recursos vírgenes y resolver problemas de gestión de residuos en países prósperos. Ferreira et al., (2019); Silva et al., (2019); Serres et al., (2015).

Perú no es ajeno a esta problemática. El crecimiento acelerado de la industria de la construcción ha incrementado considerablemente la petición de agregados y, al mismo tiempo, la generación de restos de obra. Investigaciones recientes han evidenciado que la gestión inadecuada de los RCD genera impactos ambientales negativos y limita la vida útil de los vertederos. En esta línea, estudios como el de Jiménez et al., (2024) en Piura

han comprobado que el uso de agregados reciclados en mezclas de concreto, si bien puede inducir una ligera disminución en resistencia en relación al concreto convencional, resulta viable técnica y ambientalmente, en concordancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) Jiménez et al., (2024).

En el distrito de Juliaca, la presión sobre los recursos y la gestión de residuos sólidos municipales se ha agudizado en los últimos años. Según reportes oficiales, la ciudad genera diariamente aproximadamente 180 toneladas de basura, buena parte de la cual proviene de la actividad constructiva y demolición y termina acumulada en botaderos informales como Chilla y, más recientemente, en celdas transitorias en Huanuyo Contraloría General de la República, (2020); Loza, (2020). Estos espacios vienen colapsando y han provocado serios problemas de contaminación ambiental, afectando fuentes de agua subterránea y la salud de la población local. Adicionalmente, la ausencia de una política efectiva para el reaprovechamiento de residuos ha derivado en un desaprovechamiento de materiales potencialmente útiles, como agregados reciclados de concreto y cerámica.

1.2 Planteamiento del problema.

1.2.1 Problema General.

¿Cuáles son las propiedades del concreto permeable modificado con sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en el distrito de Juliaca 2025?

1.2.2 Problemas Específicos.

1. ¿Cuál es el efecto de la sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en proporciones variables en la trabajabilidad de la mezcla de concreto permeable de f´c=175 kg/cm2 en el distrito de Juliaca?

2. ¿Cuál es la influencia de la sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en proporciones variables en la resistencia a la compresión del concreto permeable de f´c=175 kg/cm2 en el distrito de Juliaca?
3. ¿Cuál es la incidencia de la sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en proporciones variables en la permeabilidad del concreto permeable de f´c=175 kg/cm2 en el distrito de Juliaca?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo General

Evaluar las propiedades del concreto permeable modificado con sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en el distrito de Juliaca 2025.

1.3.2 Objetivos Específicos.

1. Analizar el efecto de la sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en proporciones variables en la trabajabilidad de la mezcla de concreto permeable de f´c=175 kg/cm2 en el distrito de Juliaca.
2. Determinar la influencia de la sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en proporciones variables en la resistencia a la compresión del concreto permeable de f´c=175 kg/cm2 en el distrito de Juliaca.
3. Determinar la incidencia de la sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en proporciones variables en la permeabilidad del concreto permeable de f´c=175 kg/cm2 en el distrito de Juliaca.

1.4 Justificación de la investigación.

1.4.1 Justificación Teórica

La necesidad de ampliar el conocimiento acerca del comportamiento del concreto permeable cuando se sustituyen los agregados naturales por materiales reciclados y

cerámicos. Si bien existen estudios sobre el uso de agregados reciclados en concreto y las ventajas hidráulicas del concreto permeable, aún es limitada la información en campo específico del concreto permeable que utiliza materiales reciclados en proporciones variables, especialmente en contextos andinos con condiciones ambientales singulares como Juliaca. Al abordar la interacción de estos materiales en las propiedades de trabajabilidad, resistencia y permeabilidad, esta tesis contribuye a llenar un vacío teórico y genera nuevas bases para futuras investigaciones en ingeniería de materiales sostenibles.

1.4.2 Justificación Práctica

Los resultados de estas investigaciones fructíferas servirán de guía para ingenieros, empresas y organismos públicos aislados sobre cómo implementar materiales reciclados y cerámicos en tus obras de pavimentación urbana y gestión del agua. Los resultados de los ensayos realizados revelarán qué tan viable o no es el porcentaje de sustitución estudiado y conducirán a recomendaciones técnicas específicas para la fabricación y aplicación de concreto permeable modificado en función de las necesidades locales.

1.4.3 Justificación Social

El uso de residuos de construcción y demolición o de recortes cerámicos reduce la acumulación de desechos en vertederos informales y los riesgos de contaminación ambiental y de problemas de salud pública. Además, la mejora de la infraestructura urbana con pavimentos permeables reduce los encharcamientos y favorece hábitats más saludables para los miembros de la comunidad, en particular dentro de los núcleos urbanos densamente poblados como Juliaca.

1.4.4 Justificación Económica

Puede representar ahorros monetarios significativos en la adquisición de materiales, ya que son residuos locales y reducen la necesidad de extracción y explotación de nuevos recursos naturales de áridos. Dicha estrategia puede reducir el costo de la producción de concreto y, en última instancia, el de mantener los entornos urbanos al limitar la destrucción causada por inundaciones. Por lo tanto, el proyecto ofrece buenas opciones para los municipios y las empresas de construcción que buscan mejorar sus presupuestos mientras mantienen la calidad y la seguridad de las obras.

1.4.5 Justificación Ambiental

Una forma crucial de reducir la sobreexplotación de las canteras es reemplazar una parte de los agregados naturales por materiales reciclados y cerámicos en el concreto. Al combinar este enfoque con el concreto permeable, se permite una economía circular en el sector, al mismo tiempo que se promueve la infiltración de las aguas pluviales en los acuíferos subterráneos. Esto facilitará una gestión del agua mucho más sostenible, combatiendo directamente el crecimiento urbano.

1.5 Hipótesis de la Investigación.

1.5.1 Hipótesis General.

Las propiedades del concreto permeable modificado mejorarán con la sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en el distrito de Juliaca 2025.

1.5.2 Hipótesis Específicas.

1. El efecto de la sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en proporciones variables mejorará la trabajabilidad de la mezcla de concreto permeable de f´c=175 kg/cm2 en el distrito de Juliaca.

2. La influencia de la sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en proporciones variables incrementará la resistencia a la compresión del concreto permeable de f´c=175 kg/cm2 en el distrito de Juliaca.
3. La incidencia de la sustitución del agregado natural por de agregado reciclado y cerámico reciclado en proporciones variables mantendrá la permeabilidad del concreto permeable de f´c=175 kg/cm2 en el distrito de Juliaca.

1.6 Variables e indicadores.

1.6.1 Variable independiente.

Agregado Reciclado y Cerámico Reciclado.

Indicadores:

- Sustitución del agregado natural por agregado reciclado: 10%, 20%, y 30%.
- Sustitución del agregado natural por cerámico reciclado: 5%, 10%, y 15%.

1.6.2 Variable dependiente

Propiedades del Concreto Permeable.

Indicadores:

- ❖ Trabajabilidad (Slump)
- ❖ Resistencia a Compresión
- ❖ Coeficiente de permeabilidad.

1.7 Operacionalización de Variables.

Tabla 1

Cuadro de operación de variables.

Variable Independiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
Agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado	Es material clasificado uniforme, y la cerámica es un material dado un segundo uso como material de construccion,	Agregado Reciclado Cerámico Reciclado	% de agregado natural sustituido por: Agregado Reciclado y cerámico reciclado	AR: 10% - 30% CR: 5% - 15%	Balanza, dosificación	Numérico discreto Numérico discreto

Variable Dependiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
Propiedades del concreto permeable	Características físico-mecánicas e hidráulicas que presenta el concreto permeable al modificar su composición con agregados reciclados en comparación al concreto convencional.	Trabajabilidad (Slump) Resistencia a la Compresión Coeficiente de permeabilidad	Cm Kg/cm2 Cm/s	1 – 4 F'c 175 1 – 3	Cono de abrams Prensa hidráulica Permeámetro (Tradicional)	Numérico continua Numérico continua Numérico continua

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 Antecedentes Internacionales.

Según Huerta, (2023) su tesis "Evaluación de eficiencia de remoción de zinc y níquel en solución del concreto permeable fabricado con agregados de concreto reciclado". Existe una gran preocupación por la sostenibilidad del hormigón a largo plazo debido a los preocupantes niveles de sobreexplotación de recursos naturales. Asimismo, se han encontrado metales pesados, como plomo (Pb), zinc (Zn), cobre (Cu), cromo (Cr), níquel (Ni) y cadmio (Cd), depositados en calles, avenidas y carreteras de muchas ciudades del mundo como resultado del tráfico vehicular y la combustión de combustibles fósiles. La lluvia libera estos metales de las superficies, que luego se filtran al suelo y a las fuentes de agua, donde contaminan los ecosistemas y ponen en peligro la salud de las personas y otros animales. Una posible solución a estos problemas podría ser encontrar nuevos usos para los RCD, como su conversión en áridos reciclados (ARC) que puedan utilizarse en el hormigón. Esta opción ofrece una alternativa al uso convencional de áridos naturales (AN) en la producción de hormigón, a la vez que reduce la cuantía de restos de construcción. La trituración y el tratamiento de RCD los convierten en RCA, que posteriormente se utiliza para fabricar hormigón permeable (PC), un

material con posibles aplicaciones en superficies y componentes no estructurales. Al absorber los contaminantes del agua de escorrentía, el hormigón permeable puede funcionar como un filtro natural de agua. De esta manera, podemos promover la sostenibilidad al reducir los residuos de construcción y detener la lixiviación de metales pesados al suelo y al agua. Este estudio se propuso determinar la eficacia del hormigón permeable a base de RCA en la retención de metales pesados disueltos, concretamente zinc (Zn) y níquel (Ni), en agua. Para ello, se comparó su eficacia con la del hormigón permeable producido con áridos naturales (AN). La prueba de retención consistió en 10 precipitaciones en las que cilindros de hormigón poroso se sometieron a un flujo de agua contaminada con concentraciones conocidas de zinc y níquel. Mediante espectrometría de absorción atómica, se pudo determinar la concentración de contaminantes en las aguas residuales. Los resultados demostraron que, en comparación con el zinc, tanto el PC con RCA como el PC con NA presentaron un mejor rendimiento en la eliminación de iones de Ni. En concreto, la resistencia del CP tratado con RCA no se vio afectada por las tasas máximas de eliminación de 59,16 % de Zn, 65,27 % de Ni y 61,42 % de metales combinados. Cabe destacar que los RCA tienen el potencial de ser una alternativa más eficaz y práctica al NA en la gestión de residuos y la protección ambiental, ya que su eficiencia de eliminación fue hasta un 82,17 % mayor que la del NA.

Según Castillo et al., (2023) su estudio "Análisis de un hormigón permeable mediante la sustitución parcial del agregado grueso con material reciclado de Obra civil". La necesidad inmediata de abordar los problemas ambientales causados por la acumulación de residuos sólidos (ladrillos, hormigón, adoquines, bloques, etc.) durante la construcción ha llevado al uso de materiales modificados a partir de residuos reciclados. La contaminación ambiental se ve gravemente agravada por el manejo inadecuado de estos residuos. Para mitigar este efecto, este estudio analizó la eficacia del uso de materiales reciclados para fabricar hormigón permeable. Este tipo de hormigón no solo es ecológico, sino que también tiene aplicaciones prácticas, como la construcción de

superficies permeables y una mejor gestión de la escorrentía. Las muestras de investigación se fabricaron a partir de la muestra estándar (ST), que cumplía con los requisitos y especificaciones de ASTM C 39 y ACI 522R-10, y se empleó árido grueso convencional (AC). A continuación, se elaboraron muestras modificadas (MS) de hormigón permeable (PC) sustituyendo el 20% (RA20) y el 30% (RA30) de árido reciclado (AR) por árido general (AG). Para comparar las cualidades de las muestras con la muestra de informe, se ejecutaron ensayos de resistencia y permeabilidad (K) en cada una. Con este método, se examinaron los efectos de la adición de residuos reciclados en las propiedades mecánicas y funcionales de la mezcla de hormigón. Las muestras tratadas con AR presentaron resistencias a la compresión inferiores, con valores tan bajos como 9,42 MPa para las muestras tratadas con 30% de AR, en comparación con 20,19 MPa para la muestra de control. Es importante encontrar un equilibrio entre la cantidad de árido reciclado utilizado y la resistencia requerida para ciertas aplicaciones, ya que esta disminuye a medida que aumenta la proporción de AR. Este comportamiento es importante para proyectos que requieren alta resistencia estructural, pero es ideal para aplicaciones que requieren mayor absorción de agua, como pavimentos permeables. Finalmente, el uso de residuos reciclados en su producción mejora tanto las propiedades mecánicas del hormigón permeable como su sostenibilidad ambiental.

Según Rodríguez, (2025) su estudio "Evaluación del desempeño de concreto permeable y retención de agua en suelos modificados con residuos de construcción y demolición". En respuesta a la apremiante necesidad de incorporar métodos ecológicos en la planificación urbana, esta investigación analiza la eficacia de los sistemas de hormigón permeable y la capacidad de los suelos modificados con RCD para retener agua. Para reducir el impacto de las inundaciones y las sobrecargas del sistema de drenaje, es fundamental gestionar eficazmente la escorrentía pluvial. Por ello, esta investigación sugiere el uso de RCD en lugar de materiales tradicionales para la fabricación de hormigón permeable y enmiendas de suelo. El objetivo es reducir los

efectos negativos sobre el medio ambiente, a la vez que se optimiza la eficiencia de los sistemas de drenaje y se aumenta la capacidad de infiltración de agua en las ciudades. La investigación se orientó en dos direcciones. En primer lugar, se evaluaron la resistencia y permeabilidad con diferentes dosis de RCD a base de piedra. Al reducir la resistencia a 15 % y aumentar la permeabilidad en 25 %, los resultados demostraron que hasta un 30 % de RCD en la mezcla de hormigón favoreció la penetración de agua en el subsuelo y facilitó la recarga de acuíferos. En áreas metropolitanas, donde la gestión del agua es compleja, esta mayor permeabilidad es crucial, ya que permite que la precipitación se disperse con mayor eficacia. El estudio también investigó la alteración del suelo con bloques cerámicos de construcción y demolición para mejorar la retención de agua. Se observó un aumento del 10 % en la porosidad del suelo y del 15 % en la retención de agua tras la adición de bloques cerámicos de construcción y demolición, según experimentos que midieron estos parámetros. Estos hallazgos son particularmente útiles para el desarrollo de infraestructura verde urbana, ya que facilitan la formación de sustratos que favorecen la penetración del agua y el desarrollo de las plantas. Finalmente, la modificación del suelo con bloques cerámicos de construcción y demolición y la producción de hormigón permeable son dos alternativas sostenibles e innovadoras que pueden contribuir a que las ciudades sean más resilientes y respetuosas con el medio ambiente, al aumentar la eficiencia de los sistemas de drenaje urbano y promover la reutilización de residuos.

Según Duque, (2021) su tesis "Desempeño de un concreto permeable elaborado con agregados reciclados para aplicación en senderos de tráfico liviano". Este trabajo se propone investigar posibles soluciones a largo plazo para este problema. El suelo y las aguas superficiales se han contaminado como resultado de la disposición inadecuada de estos residuos, que con frecuencia se gestionan de forma inadecuada. La imposibilidad de disponer de los RCD en vertederos convencionales debido a su clasificación como residuos atípicos constituye un grave problema ambiental. Proponemos utilizar estos

residuos en la producción de componentes de hormigón para aceras con poco tráfico como solución a este problema. Además de facilitar la reutilización de recursos y el desarrollo de infraestructura más respetuosa con el medio ambiente, esta alternativa permite reducir el volumen de residuos. Cabe mencionar que la mayoría de los RCD se construyen con hormigón y ladrillo rojo, materiales de construcción predominantes en la zona de Antioquia. Dada la sustancial diferencia de resistencia entre ambos materiales, esta diferenciación es crucial. Para encontrar las mejores proporciones de ladrillo rojo y hormigón como materias primas para mezclas de hormigón permeable, este estudio separó los áridos reciclados (RCD) en sus respectivas fracciones. De esta manera, podemos garantizar que el resultado final funcionará correctamente en zonas de poco tráfico, aumentando la durabilidad y la eficiencia de bastos utilizados para edificación de senderos urbanas. Para avalar la desconfianza de datos, este estudio empleó un diseño experimental de varias fases. El primer paso fue un análisis exhaustivo de la literatura, las normas y los métodos de caracterización pertinentes. El rendimiento de las mezclas de hormigón permeable, que incluían hormigón reciclado y áridos pétreos, se evaluó mediante ensayos de densidad, abrasión y porcentaje de absorción de los áridos. Los resultados mostraron que los áridos reciclados superaron el rendimiento de la muestra base de áridos pétreos al examinarlos en paralelo. A pesar de una ligera disminución del rendimiento en comparación con el hormigón convencional, el hormigón a base de RCD ha demostrado ser una buena alternativa para ciertos usos, como vías de tráfico ligero, donde la resistencia estructural no es un problema. Si bien existen ciertas restricciones para el uso de RCD, nuestro trabajo demuestra que es viable incorporarlo en la edificación y que esto tiene efectos positivos en el medio ambiente y la sostenibilidad urbana.

Según Ferrada, (2023) su estudio "Estudio experimental de secciones de pavimento de hormigón poroso con residuos de vidrio o cerámica como reemplazo parcial de cemento". La expansión de las ciudades se ha acelerado recientemente, y los

expertos predicen que seguirá siendo así en el futuro previsible. Debido a esto, el uso del suelo ha cambiado drásticamente, lo que ha dado lugar a un mayor uso de pavimentos y, eventualmente, a la impermeabilización de superficies. Este proceso agrava las inundaciones urbanas y la erosión al reducir la capacidad de infiltración del agua en el suelo y aumentar la escorrentía superficial, ambos factores con un efecto perjudicial en el ciclo hidrológico. Una opción viable para mitigar estos impactos es el uso de pavimentos de hormigón poroso. El hormigón con bajo contenido de áridos finos puede producir una red de huecos interconectados, lo que mejora la gestión de las precipitaciones en las áreas metropolitanas al permitir que el agua circule por la superficie. El cemento, uno de los materiales de construcción más utilizados en el mundo, es un ingrediente esencial del hormigón. Sin embargo, entre el 8 % y el 9 % de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero provienen de la fabricación de cemento. En este sentido, es crucial encontrar alternativas menos dañinas para el medio ambiente. Sustituir el cemento por materiales reciclados, como residuos de vidrio o cerámica, es una buena manera de reducir su impacto ambiental. Este método promueve la economía circular mediante la reutilización de residuos y ayuda a reducir la huella de carbono del sector de la construcción. Esta investigación examinó mezclas de hormigón poroso que sustituyeron parte del cemento por vidrio y cerámica reciclados para comprobar su eficacia como pavimentos en entornos metropolitanos, especialmente en aparcamientos. Las combinaciones utilizadas en este estudio incluyeron un 10 % de cerámica y un 10 % y un 20 % de vidrio, respectivamente, en lugar de cemento. También construimos un aparcamiento con las combinaciones de prueba que obtuvieron los mejores resultados. Si bien el aumento de la resistencia fue menor en las combinaciones que incluían vidrio, los resultados revelaron que la resistencia a flexión fue mayor en las mezclas con restos de cerámica y vidrio. Tras 28 días, las mezclas con un 10 % de cerámica alcanzaron resistencias de compactación de 3,0 MPa al compactarse mediante apisonado y de 2,6 MPa al compactarse con rodillo. Se registraron resistencias de 3,1 MPa y 2,5 MPa con un 20 % de reemplazo de vidrio, respectivamente. Estas cifras indican que ambas

combinaciones son adecuadas para su uso como pavimentos en estacionamientos, ya que superan el requisito mínimo de resistencia de 1,5 MPa para losas cortas.

Según López et al., (2022) su artículo "Metodologías empleadas para la producción de concreto permeable usando parcialmente materiales reciclados como agregados: una revisión literaria". En este artículo se presenta un análisis exhaustivo de los procesos de fabricación de hormigón permeable, con énfasis en el uso de materiales reciclados como áridos. Los materiales de desecho, el coeficiente de permeabilidad, el grado de porosidad y las pruebas de laboratorio son algunos de los factores importantes que se examinan en relación con las características del hormigón permeable. Al estudiar la bibliografía, puede observarse que el hormigón permeable con árido interno reciclado cumple los requisitos de la normativa y, a pesar de estar fabricado con material parcialmente reciclado, presenta varias ventajas en cuanto a rendimiento ambiental y estructural (menor peso de la microestructura del material, durabilidad). A continuación, el ensayo examina cómo distintos materiales reciclados afectan las propiedades del hormigón permeable, mostrando que debe mantenerse un equilibrio entre resistencia y permeabilidad en la mezcla. El hormigón permeable tiene un valor muy práctico, porque permite que el agua se filtre a través de la calzada base y así reduzca la escorrentía y alivie la presión sobre los sistemas urbanos de drenaje, pero debe tenerse cuidado al diseñar este material para mantener su resistencia estructural. El estudio concluye que las calles, aceras y ciclovías urbanas pueden beneficiarse del hormigón permeable, ya que es un material ecológico y práctico. Reducir costos y mejorar la gestión del agua de lluvia son dos maneras en que los materiales reciclados pueden contribuir a que las ciudades sean más ecológicas. Por lo tanto, la creación de hormigón permeable a partir de materiales reciclados beneficia tanto al medio ambiente como a la economía; disminuirá el impacto de los edificios en la huella de carbono de las áreas metropolitanas, a la vez que mejorará la calidad de vida de los residentes.

2.1.2 Antecedentes Nacionales.

Según Rojas et al., (2024) su tesis "Propuesta de diseño de concreto permeable con agregados reciclados y adición de PET para su aplicación en un innovador sistema de drenaje de las ciclovías que presentan inundaciones en temporadas altas de lluvias en el Distrito de Piura - Provincia de Piura". Los recursos naturales son cada vez más escasos, lo cual constituye una preocupación importante para la sostenibilidad ambiental, ya que son necesarios para el desarrollo de la construcción y la infraestructura. Dada la situación actual, es más importante que nunca promover métodos de construcción ecológicos como el reciclaje y la reutilización de RCD. Además de reducir el impacto ambiental, los productos fabricados con materiales reciclados y recuperados suelen incluir características novedosas y prácticas que resultan útiles en una amplia gama de contextos. Para solucionar este problema, los autores de este trabajo desarrollaron un sistema de drenaje de hormigón permeable para ciclovías utilizando áridos reciclados. Este material es respetuoso con el medio ambiente y ayuda a las ciudades a gestionar mejor las precipitaciones. Utilizando porcentajes variables de áridos reciclados y plástico PET, se crearon cuatro tipos de mezcla para evaluar la viabilidad y la eficiencia de este hormigón permeable reciclado: DP, D1, D2 y D3. Se consideraron el coeficiente de permeabilidad y la resistencia a la compresión de cada diseño. Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión mostraron una variación considerable, con valores que oscilaron entre 38 kg/cm² y 163 kg/cm², lo que sugiere que los hormigones modificados superaron significativamente a los hormigones convencionales en términos de resistencia. En cuanto a aplicaciones de pavimentación para tráfico ligero, el diseño de mezcla más prometedor fue el n.° 1, que contenía un 2 % de PET y un 10 % de áridos reciclados (RCA). Tras 14 días de curado, se midió el coeficiente de permeabilidad, que se halló entre 5,5 cm/s y 8,5 cm/s, lo cual cumple los requisitos establecidos en norma ACI 522R-10 para hormigón permeable. Al contribuir a la infiltración y reducir el riesgo de inundaciones urbanas, estas cifras demuestran que el hormigón permeable reciclado tiene una permeabilidad al agua aceptable. Las muestras solo alcanzaron la resistencia

mínima necesaria después de 28 días de curado, según el comportamiento observado hasta el momento. Sin embargo, los resultados solo se obtuvieron después de 7 y 14 días de curado. Los hallazgos de este estudio respaldan el uso de hormigón permeable reciclado en pavimentos para tráfico ligero, incluyendo ciclovías, senderos peatonales y otras infraestructuras urbanas.

Según Hernández et al., (2024) su tesis "Diseño de mezcla sostenible para concreto permeable de f'c 175 kg/cm2 aplicado en veredas, con RSC como agregado grueso para reducir su impacto negativo en el medio ambiente en el distrito de Chilca, provincia de Cañete, departamento de Lima". El concreto y los ladrillos constituyeron la mayor parte de las 2.098.562tn (m) de (RSC) de Lima en 2007, representando el 37% del total de residuos generados. Las repercusiones ambientales de esta acumulación de basura se agravan por los graves problemas que genera en la gestión de los residuos urbanos. Fenómenos extremos como el fenómeno de "El Niño" se han presentado en los últimos años, lo que refleja su impacto ambiental. En cuatro ocasiones, Perú se ha visto afectado por este fenómeno, provocando fuertes lluvias, inundaciones y daños considerables a la salud pública y la infraestructura. Ante esta situación, la investigación que se presenta busca ofrecer un concepto de construcción sostenible que reduzca la acumulación de residuos sólidos de la construcción y los impactos negativos del cambio climático. Con base en el método ACI 211.3, se crearon cuatro mezclas de hormigón diferentes con diferentes proporciones de áridos gruesos. Estas mezclas incluyeron 100% árido natural, 75% árido natural y 25% hormigón reciclado, 50% árido natural y 50% hormigón reciclado, y 100% hormigón reciclado. Con el objetivo de comprender mejor las posibilidades de utilizar materiales reciclados para construir pavimentos sostenibles y prácticos, este estudio se basó en hormigón reciclado procedente de demoliciones y árido grueso natural de canteras. Además de proporcionar un medio práctico para aumentar la resistencia de la infraestructura a fenómenos climáticos adversos, este enfoque busca reducir la huella ecológica del hormigón reciclado. Para

evaluar las cualidades mecánicas y la durabilidad de las mezclas sugeridas, el estudio analizó hormigón recién mezclado y endurecido a los 7, 14 y 28 días de curado. Además, se compararon los costes unitarios del hormigón permeable con árido grueso reciclado y del hormigón permeable con árido grueso natural. Los resultados demostraron que el RSC cumple los requisitos de resistencia y durabilidad para aplicaciones urbanas, y permitieron comparar la viabilidad técnica y económica de su empleo en hormigón permeable. Este estudio ofrece una solución innovadora y respetuosa con el medio ambiente al problema de la gestión de residuos de la construcción, que contribuye a la construcción de infraestructuras más robusta.

Según Villalobos, (2023) su tesis "Evaluación de las propiedades de un concreto permeable utilizando residuos de construcción y demolición para su utilización en pavimentos especiales en el distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque, 2020". Contribuyendo a la economía circular, este estudio busca evaluar la viabilidad del uso de hormigón permeable producido a partir de RCD. Esta investigación busca apoyar la sostenibilidad urbana mediante la inclusión de materiales reciclados en elaboración de hormigón y brindando soluciones creativas y eficientes a los desafíos causados por las fuertes lluvias que azotaron la costa peruana en los primeros meses del año. Una forma de fabricar hormigón permeable es reciclar los materiales utilizados en la fabricación de hormigón convencional. Una herramienta importante para combatir la baja permeabilidad y la escorrentía excesiva en entornos urbanos es la propiedad especial de este hormigón de dejar pasar el agua a través de sus poros. Para este procedimiento, optamos por utilizar escombros de construcción no peligrosos del distrito de Pueblo Nuevo. Los gránulos de hormigón se trituraron y luego se analizaron en el laboratorio con áridos vírgenes y reciclados para determinar su rendimiento y si eran adecuados para la fabricación de hormigón permeable. Una gestión más eficaz de los residuos generados en las obras de construcción es un subproducto del doble objetivo de este procedimiento: promover la reutilización de materiales y reducir

los residuos de la construcción. También evaluamos cómo estos elementos reciclados afectan la resistencia y al desgaste, la permeabilidad y otras cualidades del hormigón importantes para los pavimentos urbanos. La resistencia al desgaste, la resistencia a la compresión y la permeabilidad fueron algunas de las pruebas realizadas a las muestras recolectadas para evaluar su rendimiento y determinar si cumplen con los estándares establecidos por la normativa municipal de pavimentos. Mediante el análisis de estos datos, podemos determinar si el hormigón permeable creado con RCD es una buena opción para su uso en pavimentos especiales, lo que mejoraría la gestión de las precipitaciones en las zonas urbanas. Esta investigación destaca la importancia de utilizar prácticas sostenibles en diseño de infraestructura urbana y el potencial de RCD como materiales reciclados en la construcción. También muestra cómo las ciudades pueden adaptarse al cambio climático y mantenerse sostenibles.

Según Altamirano, (2021) su tesis "Elaboración de concreto económico utilizando cascote cerámico como reemplazo parcial del cemento". El aumento constante de la cuantía de basura producida por rubro de construcción ya no es un problema menor; en los últimos años se ha convertido en una grave crisis ecológica. La contaminación química no representa un peligro directo derivado de estos residuos, en su mayoría inertes, pero el impacto visual es significativo debido a su enorme acumulación y a las dificultades para integrarlos adecuadamente en el medio ambiente. Dado que estos materiales pueden tardar muchísimo en descomponerse o integrarse, es fundamental encontrar maneras de reducir los residuos y, al mismo tiempo, aprovechar al máximo lo poco que queda. Mochica Ladrillos y Agregados produce escombros cerámicos, también llamados escombros de ladrillo o escombros cerámicos, y este proyecto de investigación pretende investigar su posible reutilización como aditivo para aumentar la resistencia del hormigón y cualidades del mismo. Se utilizaron tres proporciones distintas de residuos cerámicos triturados respecto al peso del cemento: 5 %, 10 % y 15 %. Los resultados experimentales demostraron que las mezclas con escombros cerámicos presentaron una

resistencia a la compresión menor que las mezclas de control al inicio del proceso de curado, lo que sugiere que el material reciclado podría tener un efecto perjudicial en las características mecánicas del hormigón. El uso de escombros cerámicos en el hormigón puede tener algunas ventajas, pero también presenta algunas desventajas que deben abordarse. Inicialmente, se volvió cada vez más difícil trabajar y distribuir las mezclas correctamente debido a la disminución de la trabajabilidad del hormigón. También se observó una reducción del tiempo de fraguado, lo que puede dificultar el control y la manipulación de la mezcla durante la construcción, especialmente al manejar grandes cantidades. Si bien estos problemas podrían limitar la utilidad del hormigón con virutas cerámicas en algunos contextos, también abren la puerta a la investigación y mejora de los procedimientos de dosificación y mezcla que podrían mejorar la trabajabilidad y permitir un control más preciso del tiempo de fraguado. En resumen, este estudio demuestra que los residuos cerámicos pueden ser un recurso para la industria de la construcción, pero también demuestra que es necesario un enfoque exhaustivo para aprovecharlos al máximo sin reducir la calidad ni la eficiencia del hormigón.

Según Ramos et al., (2025) su estudio "Reutilización del concreto proveniente de material demolido en el diseño de mezclas de concreto para la aplicación en canales – Tacna, 2024". Esta presentación se centró en estudios que analizaron la viabilidad del uso de hormigón triturado en la construcción de canales como sustituto parcial del árido grueso natural. El objetivo principal fue investigar la posibilidad de reciclar este hormigón recuperado mediante la evaluación de su rendimiento físico, mecánico, ambiental y económico. Se contó con una mezcla básica y cuatro mezclas que incluían árido reciclado en lugar de árido grueso natural en cantidades variables (20 %, 30 %, 40 % y 50 %). El enfoque utilizado fue experimental, con una serie de experimentos de laboratorio para evaluar el hormigón reciclado y convencional en cuanto a parámetros clave como la resistencia a la compresión, el peso unitario, el peso específico, la granulometría, la humedad y la absorción. Los resultados obtenidos demostraron que el

hormigón reciclado mantuvo rangos aceptables y fue equivalente al hormigón convencional. En particular, se observó que no hubo un impacto sustancial en la resistencia a la compresión ni en otras propiedades importantes, lo que indica que el hormigón reciclado podría ser una buena opción para aplicaciones en canales con necesidades de resistencia moderadas. Además, quedó claro que el uso de hormigón reciclado ayuda a reducir el consumo de material virgen, lo que a su vez reduce la penuria de extirpar recursos naturales y genera menos residuos de construcción, ambos en consonancia con los principios de sostenibilidad ambiental. El uso de áridos reciclados en lugar de áridos naturales reduce significativamente los costes de fabricación, según el estudio económico realizado durante la investigación. El material reciclado es más asequible que los áridos naturales extraídos de canteras, lo que constituye la principal razón de esta disminución de costes.

2.1.3 Antecedentes Locales.

Según Chambi, (2021) su estudio "Análisis de diseños de concreto permeable como Alternativa en la construcción de pavimentos Rígidos empleando agregados de La ciudad de juliaca – 2019". El objetivo de este estudio fue examinar los diseños de concreto permeable utilizados para la construcción de pavimentos rígidos, con especial atención a aquellos que utilizan agregados de Juliaca. La permeabilidad del concreto permeable, las propiedades mecánicas, el porcentaje de dosificación del material, los precios relacionados y otros aspectos importantes se incluyeron en la investigación. Se centró en hallar cómo el tipo, la dosis y la resistencia a la compresión del agregado afectan el coeficiente de permeabilidad del concreto poroso. El objetivo del análisis de estos semblantes es mejorar el cometido estructural y la capacidad de infiltración de agua de mezclas de concreto permeable para pavimentos. Esto es especialmente importante en áreas metropolitanas con escorrentía pluvial. Para evaluar exhaustivamente las cualidades del concreto permeable, este estudio empleó una metodología mixta que incluyó técnicas cuantitativas y cualitativas. Para estudiar el

comportamiento del concreto bajo diferentes dosis y circunstancias del material, el diseño experimental fue crucial. El estudio reveló que, tras 28 días de curado, la resistencia media del hormigón elaborado DM f'c de 210 kg/cm² fue de 204,5 kg/cm². El hormigón con un diseño de mezcla para una f'c de 175 kg/cm² presentó una resistencia uniaxial de 168,8 kg/cm², el mejor valor según el coeficiente de permeabilidad. Esto demuestra que el diseño con la menor resistencia permite un paso del agua más eficaz. Según la investigación, las aceras y las vías de poco tráfico pueden beneficiarse del hormigón permeable con una resistencia de 175 kg/cm² o superior. Las siguientes son las proporciones óptimas de material para el diseño, determinadas a partir de los resultados: los ingredientes son cemento a 372.897 kg/m³, agua a 149.159 kg/m³, árido grueso a 1.341.851 kg/m³, árido fino a 69.967 kg/m³ y aire al 17 %. Este diseño es ideal para aplicaciones urbanas que exigen una mezcla de hormigón permeable que satisfaga tanto los requisitos de resistencia como las necesidades de gestión de aguas pluviales, ya que alcanzó un promedio de 19 MPa. En resumen, el estudio sienta las bases para el uso de hormigón permeable en pavimentos urbanos, un técnica eficaz y cortés con el medio ambiente para la construcción de infraestructuras urbanas.

Según Chachaque et al., (2024) su tesis "Análisis de las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto permeable con porcelana usado como agregado fino". La lenta desintegración y acumulación de residuos cerámicos en vertederos constituye un grave problema ambiental, ya que estos materiales no son biodegradables. Existe una alternativa sostenible a la eliminación de residuos mediante la reutilización de este material como áridos en la fabricación de hormigón. Este estudio tuvo como objetivo analizar los efectos de modificar las cualidades del hormigón mediante la creación de mezclas con restos de porcelana triturada y ajuste de la granulometría y la proporción de reemplazo. Las pruebas experimentales incluyeron la medición de la densidad, la porosidad, la permeabilidad, la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión, la abrasión y la resistencia a la flexión. También se utilizó un microscopio electrónico de

barrido para observar detenidamente el comportamiento de los áridos reciclados y la microestructura del hormigón permeable. Las características del hormigón mejoraron significativamente, según los resultados experimentales, al sustituir un 5 % de porcelana triturada (CPF1) con una granulometría de 2,36-4,75 mm. La mezcla de porcelana triturada superó a la mezcla de control (CP) en varios aspectos, incluyendo la resistencia a la compresión (que fue un 9,21 % mayor), la resiliencia a ciclos de congelación-descongelación (60 ciclos) y la disminución de la pérdida de masa por desgaste abrasivo (que fue un 19,16 % menor). Las características puzolánicas de la porcelana son responsables de la mayor resistencia del hormigón, lo que a su vez contribuye a este buen rendimiento. No obstante, la permeabilidad del hormigón se redujo de 0,93 cm/s a 0,61 cm/s gracias a la presencia de porcelana, que también redujo su porosidad. La densificación de la matriz cementosa causada por el agregado fino de porcelana, que aumentó la resistencia del hormigón, pero redujo su permeabilidad al agua, es responsable de este efecto. A pesar de la menor permeabilidad, los hallazgos indican que los residuos de porcelana triturada pueden ser un sustituto práctico y ecológico de los materiales tradicionales utilizados para fabricar hormigón permeable. La reducción de los residuos de construcción y su consiguiente impacto ambiental son dos beneficios del uso de porcelana reciclada en el hormigón. La porcelana reciclada posee características puzolánicas que aumentan la resistencia y durabilidad del hormigón. Incorporar residuos de porcelana en la producción de hormigón permeable es una opción viable para gestionar los residuos cerámicos y reducir la necesidad de materiales vírgenes en la construcción, como demuestra este estudio.

Según Iquiapaza, (2019) su tesis "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca". La ciudad de Juliaca causa una cantidad considerable de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) como resultado de su continua urbanización y crecimiento poblacional. Estos residuos se deben principalmente a la

destrucción de viviendas antiguas y de mayor calidad, así como a la construcción de estructuras más modernas y menos imponentes. Por ello, la gestión de residuos y las consecuencias de su disposición en el medio ambiente se enfrentan a un gran obstáculo. El objetivo de esta investigación es evaluar la viabilidad del uso de hormigón reciclado en la producción de hormigón convencional, considerando esta cuestión. Se utilizó un diseño experimental para llevar a cabo la investigación, con dosis determinadas mediante las técnicas ACI y Global. Utilizando áridos reciclados procedentes de hormigón existente, se produjeron mezclas de hormigón con una resistencia característica de F'c = 175 kg/cm² (hormigón simple). El árido natural se sustituyó con un 5% y un 10%, respectivamente. En una investigación previa, se determinó la resistencia (f'c) del hormigón utilizado en viviendas antiguas de Juliaca mediante zonificación y pruebas de esclerómetro. Tras 28 días de curado, las resistencias de mezclas de hormigón con agregado reciclado al 5% y 10%, respectivamente, fueron de 188,54 kg/cm² y 175,08 kg/cm². La incorporación de agregado reciclado al hormigón no lo debilitó, e incluso lo reforzó en algunos casos, ya que estos valores son superiores a la resistencia media del hormigón convencional, que alcanzó los 176,88 kg/cm². Los resultados de resistencia a la compresión demuestran un rendimiento impresionante, superando el valor de la mezcla convencional en un 7,73% cuando se utiliza un 5% de agregado reciclado, a pesar de que las pruebas de esclerómetro revelaron una f'c < 175 kg/cm² en algunas muestras. Esto proporciona más evidencia de que la sustitución parcial del agregado natural por hormigón reciclado es una opción sostenible y práctica.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Concreto Permeable.

El concreto permeable es un material cementicio de alta porosidad diseñado específicamente para permitir la infiltración del agua de lluvia a través de su estructura. Este tipo de concreto no solo ayuda a reducir la escorrentía superficial, sino que también

favorece la recarga de acuíferos subterráneos. Esta cualidad se logra mediante la reducción de agregados finos y el ajuste en la proporción de agua-cemento, logrando así una conectividad de vacíos del 15% al 30% y una permeabilidad entre 2 y 6 mm/s Castro et al., (2022). Gracias a su estructura porosa, este tipo de concreto se utiliza ampliamente en pavimentos urbanos, ya que previene la formación de charcos, disminuye el reflejo de luz y contribuye a la sostenibilidad urbana Rodríguez et al., (2021).

2.2.1.1 Propiedades del concreto permeable

1. Trabajabilidad (Slump)

Debido a que este tipo de concreto debe contener menos agua que el concreto convencional para asegurar su alta porosidad, se utiliza una mezcla que es más firme y seca, lo que da lugar a un slump bajo Hernández et al., (2020). Esta característica asegura que los vacíos y poros sean estables, lo que permite que el agua fluya de manera eficiente, sin comprometer la integridad estructural del material.

2. Resistencia Mecánica

Una de las propiedades más discutidas del concreto permeable es su resistencia mecánica. Dado que la mezcla tiene menos finos (partículas pequeñas de agregado) y más vacíos, su cabida para resistir compresión y flexión es inferior en comparación con el concreto tradicional. Sin embargo, los estudios han justificado que, si bien su resistencia es menor, es suficiente para aplicaciones en pavimentos peatonales, áreas de tráfico ligero, y en el drenaje pluvial de zonas urbanas Álvarez et al., (2021). Esta propiedad puede optimizarse a través de la elección adecuada del agregado y la proporción agua-cemento, asegurando una mezcla resistente pero permeable.

3. Coeficiente de Permeabilidad

Diseñar un concreto permeable con un coeficiente de infiltración óptimo garantiza que el agua de lluvia penetre el terreno con rapidez. Esta cualidad es clave para disminuir los volúmenes de escorrentía superficial, evitando la saturación de las redes de alcantarillado urbano y mitigando el riesgo de inundaciones locales. Vásquez et al.,

(2023). El diseño adecuado del concreto permeable debe garantizar que los vacíos sean lo suficientemente grandes para permitir el paso del agua, pero sin comprometer la cohesión estructural del material Pérez et al., (2021).

4. Durabilidad y Resistencia

La durabilidad del concreto permeable se ve influida por varios factores, incluyendo la calidad de los agregados y la proporción agua-cemento. En ambientes urbanos, donde el concreto está expuesto a condiciones de humedad constante y a cargas de tráfico, es esencial que el concreto permeable mantenga su estructura a lo largo del tiempo. Algunos estudios han demostrado que este tipo de concreto tiene una vida útil comparable con el concreto convencional cuando se implementa en condiciones adecuadas Gutiérrez et al., (2019).

5. Sostenibilidad

La infiltración del agua reduce la escorrentía superficial, lo que minimiza la sobrecarga de los sistemas de drenaje urbano y previene inundaciones. Además, el concreto permeable favorece la recarga de mantos acuíferos, lo que ayuda a restaurar los recursos hídricos subterráneos, una característica especialmente relevante en zonas con déficit de agua. Este material también contribuye a la reducción del efecto de isla de calor urbano, dado que su estructura porosa permite la circulación de aire y mejora la regulación térmica de las ciudades Vásquez et al., (2023).

2.2.1.2 Diseño y Fabricación

Es fundamental que los vacíos en la mezcla sean lo suficientemente grandes como para permitir el paso del agua, pero sin comprometer la cohesión estructural. Esto se logra mediante un control preciso de la distribución de tamaños de partículas del agregado, lo cual asegura la porosidad y la resistencia necesarias para su correcta funcionalidad Pérez et al., (2021).

2.2.2 Agregado reciclado en el concreto.

El agregado reciclado es un material obtenido a partir de la trituración de residuos de concreto provenientes de demoliciones o sobrantes de obras civiles. El uso de AR en creación de concreto reconoce un enfoque que promueve sostenibilidad, optimiza los recursos disponibles y reduce los desechos generados por la industria de la construcción Pérez et al., (2020).

El empleo de concreto con agregado reciclado ha experimentado un desarrollo considerable en últimas décadas, sobre todo en países que buscan soluciones para mitigar los efectos negativos de la construcción convencional. Esta tendencia se ha visto reflejada también en América Latina, donde ciudades como Bogotá, São Paulo y Ciudad de México han implementado políticas que promueven el uso de materiales reciclados en proyectos de infraestructura urbana López et al., (2022).

2.2.2.1 Características relevantes del agregado reciclado

1. Absorción y Porosidad

Este fenómeno ocurre porque, durante el proceso de demolición y trituración, el concreto reciclado retiene una parte de los agregados finos y el mortero viejo, lo cual incrementa los vacíos dentro de las partículas. Como consecuencia, el agregado reciclado suele absorber más agua que los agregados naturales, lo que puede afectar la trabajabilidad de la mezcla de concreto. Para evitar que la mezcla sea demasiado seca o poco trabajable, se requiere un control más estricto de la relación agua/cemento González et al., (2021).

Este comportamiento implica que, al utilizar concreto con agregado reciclado, se deben emplear aditivos superplastificantes o modificar las proporciones de la mezcla para garantizar que el concreto mantenga su fluidez y trabajabilidad, sin comprometer su integridad estructural. Zapata et al., (2021).

2. Resistencia del Concreto

Para sustituciones de hasta el 30%, la resistencia a la compresión disminuye de forma moderada (aproximadamente un 10-20%) Silva et al., (2020). Sin embargo, esta

disminución no afecta su idoneidad para muchas aplicaciones, como pavimentos urbanos o estructuras no expuestas a cargas pesadas. En casos de sustituciones superiores al 30%, es recomendable ajustar la mezcla con la adición de aditivos o modificar la granulometría del agregado reciclado.

Además, para proyectos estructurales, se recomienda el uso de mezclas de concreto con agregado reciclado que incorporen materiales suplementarios, como ceniza volante o escoria de alto horno, que ayudan a optimar las cualidades mecánicas y la durabilidad del concreto reciclado, y equilibran pérdida de resistencia Ramírez et al., (2021). Estos enfoques permiten mantener el rendimiento estructural del concreto reciclado en niveles similares al del concreto convencional.

3. Durabilidad del Concreto

Concreto con agregado reciclado depende no solo de las características de los agregados reciclados, sino también de cómo se diseñe la mezcla y de los tratamientos previos que se les haya dado a los materiales reciclados. En general, los estudios muestran que, si se realiza una adecuada selección de los agregados reciclados y un tratamiento adecuado, la durabilidad del concreto puede ser comparable a la de los concretos convencionales González et al., (2021).

Sin embargo, los concretos con agregado reciclado pueden ser más susceptibles a la carbonatación y a la penetración de cloruros, lo que podría comprometer la durabilidad en entornos agresivos. Por este motivo, el diseño de mezclas con agregado reciclado debe considerar estas condiciones y, en caso necesario, emplear recubrimientos adicionales para mejorar la protección frente a agentes agresivos López et al., (2022).

4. Aplicaciones Sostenibles

La integración de estos materiales alternativos mitiga la presión sobre los ecosistemas al frenar la explotación de recursos no renovables como la grava y la arena, cuya extracción acelera la erosión y deteriora los entornos acuáticos. Asimismo, esta práctica ofrece una solución directa a la crisis de los desechos de la construcción,

disminuyendo el volumen de escombros que saturan los depósitos locales y optimizando la gestión de residuos urbanos. Pérez et al., (2020).

El uso de agregado reciclado también tiene ventajas económicas. Su disponibilidad local facilita la reducción de costos de transporte, ya que se aprovechan materiales reciclados disponibles en el mismo lugar de la obra, lo que además reduce la huella de carbono del proyecto. Este beneficio es especialmente notable en sitios urbanas, donde los restos de construcción son abundantes, y se pueden utilizar como fuentes de materiales reciclados para nuevas construcciones, favoreciendo la economía circular Zapata et al., (2021).

Además, la reutilización de materiales fomenta una economía más sostenible en las ciudades, creando un ciclo donde los residuos de demolición se transforman en recursos valiosos para futuras obras, lo que comprime la demanda de materia intachables y alienta a industria de construcción a adoptar prácticas más sostenibles Ramírez et al., (2021).

2.2.2.2 Impacto del agregado reciclado en la industria de la construcción

En América Latina, las políticas de sostenibilidad en la construcción están promoviendo cada vez más el uso de materiales reciclados, incluidos los agregados reciclados. Países como Brasil, México, y Chile están implementando normativas que favorecen el uso de estos materiales en la construcción de infraestructura urbana. En México, por ejemplo, la Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996 ha establecido directrices para la utilización de materiales reciclados en obras públicas, promoviendo el reciclaje de residuos de construcción y su reintroducción en la fabricación de concreto López et al., (2022).

Por otro lado, en Brasil, el uso de concreto reciclado ha sido incorporado en las políticas urbanísticas de las principales ciudades, como São Paulo y Río de Janeiro, como parte de los esfuerzos para reducir la huella ecológica de la construcción Brasil, (2019). En estos países, el concreto reciclado se está utilizando en pavimentos, aceras, y en la construcción de infraestructura verde, como jardines urbanos y parques,

demostrando su efectividad en aplicaciones que no requieren altas resistencias estructurales.

2.2.3 Cerámico reciclado como agregado

Este material, caracterizado por sus propiedades, se ha convertido en una de las alternativas más prometedoras para mitigar los crecientes problemas ambientales derivados del uso excesivo de recursos naturales y de los residuos provenientes de la construcción y el almacenamiento. Una de las estrategias mediante las cuales el concreto puede producirse usando cerámica reciclada, debido a su creciente popularidad y a su capacidad como alternativa sostenible, ya que ha ayudado a mitigar la presión ejercida sobre las estaciones de relleno y las canteras que contribuyen significativamente a la construcción González et al (2021).

Finalmente, además de sus ventajas ambientales, la aplicación de cerámica reciclada se ajusta a los principios de la economía circular en la construcción, lo que permite el ciclo de reutilización de las materias primas y minimiza los residuos generados en la construcción. La economía circular se basa en la idea de que los productos, los materiales y los recursos deben circular en la economía el mayor tiempo posible, reduciendo así la necesidad de recursos vírgenes Pérez et al., (2022).

2.2.3.1 Propiedades relevantes del agregado cerámico reciclado

1. Absorción de Agua

Una de las propiedades más destacadas del cerámico reciclado es su alta absorción de agua, que es considerablemente mayor que la de los agregados naturales. Esto se debe a la estructura porosa y la superficie rugosa de los residuos cerámicos. Esta característica implica que el cerámico reciclado retiene más agua durante la mezcla del concreto, lo puede afectar la trabajabilidad de la mezcla. Por ello, es necesario realizar ajustes en relación w/c para garantizar que la mezcla sea manejable y tenga las características adecuadas de fluidez y cohesión Silva et al., (2020).

El control de la absorción de agua se vuelve crucial, ya que, si no se controla correctamente, el concreto puede volverse excesivamente seco, lo que dificulta su colocación y podría afectar su calidad. En algunos casos, se recomienda la adición de aditivos superplastificantes para mejorar la fluidez de la mezcla, y de esta forma, asegurar que el concreto con cerámico reciclado sea tan trabajable como el concreto convencional.

2. Resistencia Mecánica

En general, pequeñas cantidades de cerámico reciclado (hasta un 10-15%) no solo no impresionan negativamente la resistencia del concreto, sino que incluso pueden mejorar la resistencia a la flexión. Sin embargo, cuando se incrementa la proporción de cerámico reciclado, especialmente cuando supera el 20-30%, se ha observado una reducción la resistencia, lo que es crítico para aplicaciones estructurales que requieren altos estándares de resistencia González et al., (2021).

El propio árido reciclado puede utilizar diferentes áridos para su distribución granulométrica, mediante cenizas volantes o también aditivos que mejoren las formas de adherencia y aumenten la resistencia de las mezclas. Además, la manipulación del cerámico reciclado antes de su uso, por ejemplo, el lavado y la clasificación de las partículas, también afecta considerablemente a las propiedades mecánicas.

3. Beneficio Ambiental

El uso de cerámica reciclada en la construcción ofrece una ventaja ambiental significativa. Esta idea de utilizar estos residuos cerámicos al elaborar mezclas de concreto tiene un gran impacto al reducir drásticamente los residuos sólidos en vertederos y, por lo tanto, puede disminuir la presión sobre los sitios finales de disposición de escombros de construcción. En muchas ciudades, los residuos de construcción y demolición (RCD) representan una proporción significativa de los residuos sólidos generados, por lo que su reciclaje y reutilización es una solución eficiente y ecológica Silva et al., (2020).

Además, al utilizar cerámico reciclado en lugar de agregados naturales, se disminuye la necesidad de extraer recursos no renovables como la arena y la grava, lo cual reduce los impactos ambientales asociados con la explotación minera. Este proceso no solo ayuda a preservar los ecosistemas naturales, sino que también ayuda a deflación la huella de carbono de construcciones, formar con elementos de economía circular y promoviendo la sostenibilidad. Pérez et al., (2022).

4. Sostenibilidad en la Construcción

El uso de cerámico reciclado en la construcción se enmarca dentro de los esfuerzos por hacer que la industria de la construcción sea más sostenible y menos dependiente de los recursos finitos. Darles una segunda oportunidad a los residuos cerámicos evita que acaben en los vertederos, reduciendo drásticamente la basura que se genera en las obras. Esta estrategia no solo mitiga el impacto ambiental del sector de la construcción, sino que también se alinea directamente con las metas de desarrollo sostenible que promueven los organismos internacionales González et al., (2021).

2.2.3.2 Desafíos técnicos del uso del agregado cerámico reciclado

- **Variabilidad en las propiedades del material:** El cerámico reciclado puede variar considerablemente en cuanto a su composición y calidad dependiendo de la fuente y el proceso de reciclaje. Esto puede dificultar la homogeneización del material y afectar la calidad del concreto.
- **Procesamiento y clasificación:** El proceso de trituración y clasificación del cerámico reciclado debe ser controlado para garantizar que los residuos cerámicos sean aptos para su uso como agregado. Esto implica eliminar impurezas como el yeso, plástico o metales que puedan comprometer la calidad del concreto.
- **Efectos en la durabilidad:** El uso de cerámico reciclado puede afectar la durabilidad del concreto, especialmente en cláusula su resistencia a penetración de agua, carbonatación y penetración de cloruros. Ramírez et al., (2021).

2.2.3.3 Aplicaciones del agregado cerámico reciclado en la construcción

- **Pavimentos urbanos y caminos:** El cerámico reciclado se utiliza en la fabricación de pavimentos de baja resistencia, ideales para áreas no estructurales como calles peatonales, plazas y parques.
- **Bloques de concreto:** Los bloques de concreto o ladrillos, el cerámico reciclado se ha utilizado con éxito para producir materiales de construcción de bajo costo y mayor sostenibilidad.
- **Mezclas de concreto no estructurales:** El cerámico reciclado es ideal para mezclas de concreto que se utilizan en aplicaciones de bajo esfuerzo estructural, como en el relleno de obras o en bases de carreteras Pérez et al., (2022).

2.2.4 Fundamentos y Normativas

El empleo de concreto permeable con agregados reciclados y cerámicos no solo representa una alternativa viable desde el punto de vista técnico, sino que también responde a un modelo de construcción sostenible. La inclusión de materiales reciclados está directamente relacionada con la economía circular, un modelo económico que promueve el reutilizamiento, en contraposición al modelo tradicional de "tomar, hacer y desechar".

El uso de concreto permeable con estos agregados reciclados se encuentra respaldado por una serie de normativas internacionales y locales que regulan desde los parámetros de diseño y ensayo hasta las directrices sobre las propiedades de los materiales reciclados. Estas regulaciones son esenciales para asegurar que el concreto permeable mantenga sus propiedades funcionales, como la permeabilidad y la resistencia, mientras se minimiza el uso de recursos naturales no renovables.

2.2.4.1 Normativas y Fundamentos Técnicos

El concreto permeable con agregados reciclados debe cumplir con ciertas normativas para garantizar que el concreto sea apto para su uso en infraestructuras urbanas, como pavimentos, sistemas de drenaje y áreas verdes. Estas normativas

abarcan desde los aspectos técnicos relacionados con el diseño del concreto hasta los métodos de ensayo para comprobar sus características y calidad.

1. ACI 522R-10: Especificación de diseño y ensayo para concreto permeable

El American Concrete Institute (ACI) publicó la ACI 522R-10, que presenta una descripción detallada de los parámetros de diseño y de las pruebas necesarias para fabricar correctamente hormigón permeable. Este documento técnico es esencial para garantizar que el hormigón con agregados reciclados y cerámicos producido cumpla con las estrictas normas técnicas y regulatorias aplicables para su uso correcto en contextos urbanos, donde la durabilidad, la funcionalidad y la sostenibilidad son objetivos fundamentales.

El ACI 522R-10 también establece los métodos para medir la resistencia y durabilidad del concreto permeable, lo cual es crucial para afirmar, el concreto mantenga sus propiedades estructurales y funcionales (ACI, 2010).

Este documento también subraya la importancia de la clasificación y preparación adecuada de los agregados reciclados para evitar impurezas y asegurar que el material reciclado sea de calidad.

2. ASTM C39 y C143: Métodos de ensayo para resistencia y consistencia

Las normativas ASTM C39 y ASTM C143 son fundamentales para garantizar que el concreto permeable con agregados reciclados cumpla con las exigencias de resistencia y trabajabilidad. Dado que los agregados reciclados pueden tener propiedades mecánicas variables, la resistencia a la compresión debe ser evaluada para garantizar que el concreto sea capaz de soportar las cargas y esfuerzos a los que estará sometido en su uso final.

Por su parte, la ASTM C143 regula los métodos para medir el slump o consistencia del concreto, asegurando que la mezcla tenga la trabajabilidad adecuada para ser colocada y compactada sin comprometer su rendimiento (ASTM, 2020). Esta norma es especialmente importante cuando se incorporan agregados reciclados, ya que

estos pueden alterar la fluidez y la cohesión de la mezcla si no se manejan correctamente.

3. Normas Europeas (EN 12620): Límite de uso y caracterización del árido reciclado

Las normas europeas EN 12620 son un conjunto de regulaciones que ofrecen directrices sobre el uso del árido reciclado en concreto, y son especialmente relevantes para la inclusión de cerámicos reciclados y otros agregados de desecho. Según la EN 12620, el contenido máximo recomendado de árido reciclado en mezclas de concreto suele ser hasta un 20%.

La granulometría y composición mineralógica del árido reciclado son factores clave que se deben controlar, y la norma establece los límites para garantizar que estos materiales no comprometan la calidad del concreto. En particular, la norma EN 12620 también especifica la necesidad de limpiar y clasificar adecuadamente los materiales reciclados antes de su uso para evitar la inclusión de impurezas que puedan afectar el rendimiento del concreto (European Committee for Standardization, 2002).

Enfoque internacional y local: Gestión sostenible de residuos

En este contexto, la economía circular juega un papel crucial. La economía circular tiene como objetivo reducir el desperdicio y hacer un uso más eficiente de los recursos al recuperar y reutilizar materiales de desecho (Naciones Unidas, 2015). Esta estrategia se aplica directamente en la construcción al fomentar el reciclaje de materiales como el cerámico reciclado y los agregados reciclados.

Las normas internacionales y locales están alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente en los ODS relacionados con la gestión sostenible del agua, la reducción de residuos y la lucha contra el cambio climático.

Beneficios de implementación de normativas para el concreto permeable

El establecimiento de normativas claras y actualizadas para el uso de concreto permeable con agregados reciclados tiene varios beneficios:

1. **Mejora de la sostenibilidad:** Las regulaciones aseguran que se utilicen materiales reciclados de calidad, reduciendo la necesidad de recursos naturales vírgenes y ayudando a reducir la huella de carbono de los proyectos de construcción.
2. **Promoción de la economía circular:** Al fomentar el reciclaje de materiales, estas normativas contribuyen al establecimiento de un sistema circular de construcción se cristianizan en recursos valiosos.
3. **Aumento de la resiliencia urbana:** La implementación de concreto permeable y reciclado en infraestructuras urbanas ayuda a mitigar los efectos de las inundaciones y mejora la gestión del agua, promoviendo ciudades más resilientes al cambio climático.

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Concreto Permeable

Es un material cementicio con alta porosidad, diseñado para permitir el paso del agua a través de su estructura debido a los vacíos interconectados entre los agregados gruesos. Carece o tiene mínima proporción de agregados finos, lo que lo hace ideal para pavimentos y superficies urbanas donde se busca facilitar la infiltración y manejo de aguas pluviales, reducir la escorrentía y favorecer la recarga de acuíferos.

2.3.2 Agregados Reciclados

Se definen como materiales pétreos obtenidos del tratamiento, trituración y clasificación de residuos de construcción y demolición (RCD), principalmente de concreto, mortero o mampostería. Su empleo como reemplazo parcial o total de agregados naturales contribuye a una construcción más sostenible.

2.3.3 Agregados Cerámicos Reciclados

Son partículas inertes obtenidas de la trituración y clasificación de residuos cerámicos ladrillos, tejas o baldosas originados en procesos de construcción o demolición. Se utilizan como agregado fino o grueso en mezclas de concreto para aprovechar su capacidad de absorción, disminuir el volumen de residuos y optimizar recursos en proyectos sostenibles.

2.3.4 Construcción Sostenible

Es el enfoque y la práctica de diseñar, construir, operar y desmontar edificaciones usando recursos eficientes, priorizando el respeto medioambiental, el reciclaje y la utilización responsable de materiales. Busca minimizar el impacto ambiental y el consumo energético durante todo el ciclo de vida de las infraestructuras, alineándose con los principios de la economía circular y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

2.3.5 Residuos de Construcción

Son materiales descartados generados en actividades de construcción, remodelación, demolición o reparación de infraestructuras. Incluyen concreto, mortero, cerámicos, ladrillos, metales, maderas y otros componentes que, si son apropiadamente gestionados y reciclados, pueden reincorporarse como materia prima secundaria en nuevas obras.

2.3.6 Permeabilidad

Propiedad física de los materiales que indica su capacidad para acceder el paso de fluidos. En concreto permeable, la permeabilidad es una característica fundamental que determina su eficacia para infiltrar y drenar agua, y se mide generalmente en unidades de velocidad (cm/s o m/s).

2.3.7 Resistencia a la Compresión

Es la capacidad de un material, como el concreto, para soportar fuerzas que tienden a reducir su tamaño. Se expresa normalmente en (kg/cm²) o (MPa), y es uno de los parámetros más importantes para definir la calidad y la capacidad estructural del concreto en obras civiles.

2.3.8 Normas ACI 522R-10

La norma ACI 522R-10, publicada por el American Concrete Institute, establece las directrices y recomendaciones técnicas para el diseño, producción, colocación y ensayo de concreto permeable. Cubre aspectos como la dosificación, propiedades requeridas, técnicas de aplicación, ensayos de permeabilidad y directrices para asegurar calidad y desempeño en obras de infraestructura urbana.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de investigación

Según Hernández (2018). El enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

La investigación adopta un enfoque cuantitativo, permitiendo la recolección y análisis de datos numéricos obtenidos a partir de mediciones objetivas (trabajabilidad, resistencia y permeabilidad del concreto). Este enfoque facilita establecer relaciones estadísticas y generalizaciones sobre el fenómeno estudiado, respaldado por la posibilidad de replicar resultados.

3.2 Tipo de la investigación

Según Hernández (2018), La investigación aplicada, de hecho, se orienta a la búsqueda y al desarrollo de enfoques eficientes y eficaces para tipos específicos de problemas claramente definidos mediante el uso integral y sistemático de los conocimientos científicos existentes y los avances tecnológicos.

Es investigación aplicada por definición, ya que pretende proporcionar soluciones prácticas y utilizables a un problema real de la vida cotidiana, ofreciendo nuevas

alternativas para el diseño sostenible o en el proceso de formulación del concreto permeable. Estas alternativas tienen como objetivo garantizar una optimización más eficiente y responsable en la gestión de residuos de la industria de la construcción en la ciudad de Juliaca. Aplica conocimientos teóricos a situaciones concretas para generar soluciones prácticas y medibles, con potencial de transferencia a contextos similares.

3.3 Nivel de la Investigación

Según Sampieri (2019), El nivel explicativo va más allá de la superficie: busca el "porqué" de las cosas. Su meta es descubrir las causas de un fenómeno y entender bajo qué condiciones se produce.

El nivel explicativo implica analizar relaciones de causa-efecto, por ejemplo, cómo la sustitución incremental de agregados naturales por reciclados afecta las propiedades del concreto permeable. Permite descubrir mecanismos subyacentes y explicar el porqué de los cambios observados, y va más allá de la simple descripción de características o correlaciones.

3.4 Diseño de la Investigación

Según Hernández (2018). El diseño experimental es el más riguroso para probar hipótesis causales, ya que implica la manipulación deliberada de una o más variables independientes y el control de otras variables extrañas.

El diseño experimental es el más adecuado para investigar efectos causales, ya que permite manipular deliberadamente las variables independientes (porcentajes de sustitución de agregados reciclados y cerámicos), observar sus repercusiones sobre variables dependientes (trabajabilidad, resistencia y permeabilidad), y comparar con un grupo control. Este diseño aporta rigurosidad y control de variables extrañas, permitiendo comprobaciones válidas y confiables.

3.5 Método de la Investigación

Según Tamayo (2019) El método científico es un procedimiento lógico que guía el desarrollo de una investigación a través de etapas que permiten comprobar la validez del conocimiento adquirido.

La metodología se fundamenta en el método científico, transitando por las siguientes etapas: identificación del problema, formulación de hipótesis, experimentación controlada, observación, análisis y contraste de datos, y conclusiones basadas en evidencia objetiva y replicable. Este método asegura rigurosidad, sistematización y validez durante todo el proceso de investigación, y es transferrible a estudios similares en el área de ingeniería civil.

3.6 Población y Muestra

3.6.1 Población

Según Hernández (2018). La población es ese grupo entero de personas u objetos que tienen algo en común y que elegimos para analizar en nuestro estudio. Puede ser finita o infinita, y su definición precisa es clave para establecer los juicios de inclusión y exclusión.

La población está formada por todo los concretos permeables fabricadas según los parámetros de sustitución en el distrito de Juliaca.

3.6.2 Muestra

Según Hernández (2018). Una muestra consiste en elegir un grupo reducido de elementos dentro de una población total, con el propósito específico de que actúe como un reflejo fiel de la totalidad. Permite generalizar resultados a toda la población y es útil cuando estudiar a todo el grupo es inviable. Su selección debe ser rigurosa, como en el muestreo aleatorio o estratificado, para asegurar la validez de los resultados.

La muestra incluye:

- Mezclas control con 100% agregado natural.
- Mezclas experimentales:
  - ➢ Concreto permeable con sustitución de 10%, 20%, 30% de agregado reciclado.
  - ➢ Concreto permeable con 5%, 10%, 15% de cerámico reciclado.

✓ Se elaboraron 105 testigos para calcular la resistencia y permeabilidad.

3.7 Técnicas e Instrumentos

3.7.1 Técnicas

➢ **Preparación y dosificación controlada de materiales:** Esto se logra controlando la cantidad de cada parte que se combina para crear esta mezcla. La dosificación de materiales como el cemento, el agua, los agregados y los aditivos se realiza mediante métodos estándar. La mezcla debe ser tal que el concreto funcione como se espera: su eficacia y la homogeneidad de la mezcla desempeñan un papel importante en esto. Se recomienda el uso de equipos automatizados para producir un dosificado preciso, eliminando errores humanos y garantizando una mezcla uniforme.

➢ **Moldeo y curado de probetas bajo condiciones estandarizadas:** Eso significa que las probetas deben colarse en condiciones controladas y de acuerdo con ciertos requisitos técnicos definidos de manera directa por la norma ASTM, la normativa local u otras. Al final, con el fin de permitir que el material alcance sus propiedades mecánicas y físicas, las muestras deben someterse a un curado adecuado. El curado se realiza a una temperatura y humedad controladas durante un tiempo determinado, lo que permite que el cemento absorba correctamente y desarrolle resistencia.

➢ **Ensayos de laboratorio para determinar la trabajabilidad, resistencia y permeabilidad:** Estos ensayos son vitales para determinar características clave. El ensayo de flujo (o ensayo de asentamiento) determina la trabajabilidad, lo que permite cuantificar qué tan fácil o difícil es manipular el concreto fresco sin afectar sus propiedades mecánicas. El comportamiento del concreto cuando se somete a cargas

estructurales se establece mediante ensayos de compresión. Por último, la permeabilidad es uno de los ensayos de durabilidad que forman parte de la resistencia del concreto al movimiento de agua o de líquidos, y por ello es un factor determinante para la longevidad de este material, especialmente en estructuras expuestas a ambientes más agresivos. Los resultados de las pruebas proporcionan información esencial que puede utilizarse para ayudar en la dosificación correcta y en las directrices para elegir los materiales más adecuados para todo tipo de construcción.

3.7.2 Instrumentos.

- **Cono de Abrams (trabajabilidad/slump):** Es uno de los métodos principales para determinar la trabajabilidad del concreto, es decir, qué tan fácilmente el concreto puede mezclarse, transportarse y colocarse sin que ocurra segregación ni se deterioren sus propiedades. El ensayo de asentamiento consiste en verter concreto fresco en un molde cónico de 30 cm de altura, el cual luego se retira. Este ensayo es fundamental para verificar la aptitud de la mezcla para el tipo de obra y, además, ayuda a garantizar que la calidad del concreto pueda mantenerse durante la colocación.
- **Prensa hidráulica:** Prensa hidráulica utilizada para la compresión de probetas de concreto. Esta herramienta determina la carga máxima que el concreto puede soportar antes de que se alcance su capacidad. El resultado de esta prueba le permite evaluar cuánto peso puede resistir el material, lo cual es fundamental para la construcción de estructuras.
- **Permeámetro artesanal (coeficiente de permeabilidad):** El permeámetro, un aparato para medir la permeabilidad de los materiales de concreto. La permeabilidad es la propiedad de un material para permitir que los líquidos la mayoría de las veces el agua pasen a través de su superficie. El instrumento permite obtener un valor del coeficiente de permeabilidad, para predecir el desempeño del concreto en términos

de la protección de las armaduras contra la corrosión y su resistencia al daño por humedad y a la penetración de contaminantes químicos externos nocivos.

- **Hojas de registro y control de datos:** Las hojas de registro y control de datos sirven como herramientas invaluables para documentar de manera precisa los resultados de ensayos realizados de forma sistemática. Las hojas proporcionan información sobre las condiciones en las que se realizó el ensayo, los valores medidos y las observaciones. La recopilación y el orden adecuados de los datos son fundamentales para respaldar la reproducibilidad de los resultados, la comparación con normas y/o reglamentos. Al completar la lista de verificación de cada experimento, los estudiantes rellenan unas pocas páginas para sus hojas de registro (la trazabilidad es esencial para los resultados), requisito para la certificación de la calidad en proyectos de ingeniería.

3.8 Plan de recolección y procesamiento de datos

3.8.1 Desarrollo del plan de investigación.

ETAPA 1: RECOLECCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIALES

Una muestra consiste en elegir un grupo reducido de elementos dentro de una población total, con el propósito específico de que actúe como un reflejo fiel de la totalidad. Este proceso incluye la limpieza exhaustiva de los agregados (arena, grava, piedras), eliminando cualquier tipo de impureza que pueda comprometer las propiedades del concreto, como tierra, materia orgánica o impurezas solubles. Los análisis de gradación, las pruebas de forma y textura, y la densidad y la absorción determinan las propiedades de los agregados que deben evaluarse para el concreto que se está desarrollando. Estos análisis aseguran que los agregados sean adecuados para alcanzar las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto en las condiciones previstas.

Cantera de Isla:

La Cantera Isla, en Juliaca, Puno, es una fuente clave de agregados de alta calidad para la construcción. Sus materiales cumplen con los estándares técnicos para concreto resistente y, debido a su cercanía, facilita el abastecimiento a obras locales. Estudios certifican sus propiedades físico-mecánicas para uso estructural.

Figura 1

Ubicación de la cantera Isla.



Nota. Google maps

Agregado reciclado:

El agregado de concreto reciclado (ACR) se obtiene de concreto de obras demolidas, que se convierte en escombros. Se utiliza como base o sub-base para nuevas carreteras o para reparar estructuras existentes. Al mezclarlo con cemento, grava, arena, agua y aditivos, se obtiene un concreto con propiedades similares al concreto tradicional.

Figura 2

Agregado reciclado.



Nota. 360enconcreto.com

Cerámica reciclada:

Los materiales como cerámica y porcelanato muchas veces forman parte de los residuos de demoliciones de construcciones existentes que al no será provechados terminan en un vertedero. Así mismo, los restos que llegan a vertedero contienen un 75% de escombros, en los cuales el 54% representa a ladrillos, azulejos y otros cerámicos.

Figura 3

Cerámica reciclada.



Nota. Pacheco, (2010)

Tabla 2

Estado y preparación de los materiales.

Material	Estado antes de aplicar	Proceso de preparación
Agregado reciclado	Residuos de concreto (demolición), fragmentos irregulares	- Trituración primaria y secundaria - Eliminación de finos y contaminante
Cerámico reciclado	Residuos de cerámicos (ladrillos, baldosas)	- Trituración y molienda - Eliminación de polvo y materiales no cerámicos

Figura 4

Preparación para la elaboración de briqueta de concreto.



ETAPA 2: Análisis físico de los materiales.

Humedad

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

Específico y absorción

$$\%Absorcion = \frac{A}{(B-C)} * 100$$

P.U.S.

$$Peso\ Unitario = \frac{(\%Gx\%PUG) + (\%FxPUF)}{100}$$

P.U.C

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

TRABAJABILIDAD INMEDIATA

Hablar de trabajabilidad es referirse a qué tan manejable es el concreto fresco. Esta propiedad mide la facilidad para transportarlo, colocarlo y compactarlo adecuadamente, garantizando que la mezcla se mantenga homogénea y conserve todas sus propiedades originales. Esta propiedad es fundamental para asegurar que el concreto cumpla con las especificaciones requeridas para su correcta colocación en obra.

Figura 5

Trabajabilidad del concreto poroso.



El ensayo de slump (también conocido como ensayo de cono de Abrams) es el método utilizado para medir la trabajabilidad inmediata del concreto. Este ensayo consiste en llenar un molde cónico con concreto recién mezclado y luego retirar el molde para medir la altura de la mezcla. La consistencia del concreto se determina observando la deformación del cono, es decir, el descenso del concreto al retirarse el molde.

Este ensayo es crucial para evaluar:

- La facilidad de manipulación: Permite determinar si el concreto es lo suficientemente fluido para ser colocado sin esfuerzo excesivo, pero sin que pierda su estabilidad.
- La facilidad de colocación: Un concreto con alta trabajabilidad es fácil de colocar en estructuras complejas o con formas inusuales.
- La compactación adecuada: El concreto debe ser lo suficientemente trabajable para permitir una adecuada compactación, eliminando vacíos y asegurando la cohesión de la mezcla.

Figura 6

Prueba de resistencia a compresión del concreto permeable.



ETAPA 3: Análisis mecánico del concreto permeable.

La resistencia fórmula:

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

Dónde:

f'c: Resistencia del concreto (kg/cm2).

P: Carga (kg).

ϕ: Diámetro (cm).

A: Área (cm2).

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

El ensayo de permeabilidad bajo carga constante se empleó para determinar la capacidad de flujo en muestras de suelos granulares. El procedimiento inició con el acondicionamiento del instrumental, enlazando el tubo manométrico al permeámetro y asegurando el abastecimiento ininterrumpido de agua desde el depósito principal.

Figura 7

Ensayo de coeficiente de permeabilidad del concreto poroso.



Una vez estabilizado el equipo, se fijó una carga hidráulica constante mediante un desnivel de agua controlado. Durante la fase experimental, se cronometró el período requerido para el paso de un volumen específico de fluido a través de la estructura del suelo; esta secuencia se replicó en múltiples ocasiones para mitigar errores de medición y robustecer la consistencia de los resultados. Finalmente, el cálculo del coeficiente de permeabilidad (k) se efectuó relacionando el caudal (Q), la longitud de la muestra (L), el área transversal (A) y la diferencia de potencial hidráulico (h).

3.9 Procesamiento de datos

Con el propósito de evaluar y determinar la relevancia de la información recolectada, se recurrirá a diversas herramientas estadísticas y representaciones gráficas. Los resultados obtenidos en el laboratorio constituirán el pilar para formular las conclusiones del estudio; estas se sustentarán en un procesamiento organizado y en métodos analíticos adecuados, garantizando así que los hallazgos finales tengan una base sólida y confiable.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados.

En el presente capítulo se exponen los resultados obtenidos de la evaluación experimental de peculios del concreto permeable modificado con sustitución parcial del agregado natural por agregado reciclado (10%, 20%, 30%) y cerámico reciclado (5%, 10%, 15%), conforme al diseño metodológico descrito en el Capítulo III, que adoptó un enfoque cuantitativo, experimental y de nivel explicativo. Siguiendo los objetivos específicos planteados, se analizan sistemáticamente la trabajabilidad mediante el ensayo de slump (conforme a normas ASTM), la resistencia a la compresión en probetas cilíndricas curadas a edades de 7, 14 y 28 días (utilizando prensa hidráulica), y el coeficiente de permeabilidad constante con permeámetro tradicional, comparando todas las mezclas experimentales con el concreto estándar permeable de f'c=175 kg/cm². Estos ensayos permiten contrastar las hipótesis formuladas, evaluando el impacto de los agregados reciclados en el equilibrio entre propiedades mecánicas e hidráulicas, clave para aplicaciones en pavimentos urbanos sostenibles.

Zarandeo del material:

Tabla 3

Distribución del material grueso.

TAMIZ	PESO RET.	%RET. P.	%RET. A.	% P.
1/2"	0,00	0,00	0,00	**100,00**
3/8"	1375,00	39,29	39,29	**60,71**
No4	2125,00	60,71	100,00	**0,00**
BASE	0,00	0,00	100,0	0,0
TOTAL	3500,00	100,00		
% PÉRDIDA	0.00			

Los datos reflejan el análisis granulométrico, con un total de 3500 g de material procesado y sin pérdida en el ensayo.

Tabla 4

Distribución del material fino.

TAMIZ	PESO RET.	%RET. P.	%RET. A.	% P.
No4	0,00	0,00	0,00	**100,00**
No8	115,21	23,04	23,04	**76,96**
No16	75,32	15,06	38,11	**61,89**
No30	86,32	17,26	55,37	**44,63**
No 50	86,32	17,26	72,63	**27,37**
No100	64,00	12,80	85,43	**14,57**
No200	15,00	3,00	88,43	**11,57**
BASE	57,83	11,57	100	**0,00**
TOTAL	500,00	100,00		
% PÉRDIDA	11.54			

El total de material procesado es de 500 g, con un 11.54% de pérdida. Los resultados permiten observar cómo se distribuyen los distintos tamaños de partículas en el AF.

Módulo de Fineza = 2.75

% DE HUMEDAD:

Tabla 5

Humedad del material.

DESCRIP.	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
% Humedad	**6.19**	**4.22**

Se presenta los resultados de la humedad del material, diferenciando entre agregado fino y agregado grueso. Se reporta un 6.19% de humedad para AF y un 4.22% para AG. Estos valores son clave para entender el comportamiento del material en procesos de construcción. La medición de la humedad es esencial para la dosificación precisa de los materiales en mezclas.

CUALIDADES DEL MATERIAL

Tabla 6

Peso específico y absorción.

ELEMENT.	P. ESPECÍFICO	ABSORCIÓN
(A. FINO)	2.65 gr/cm3	2.60 %
(A. GRUESO)	2.54 gr/cm3	3.23 %

El AF presenta peso específico de 2.65 gr/cm³ y absorción del 2.60%, mientras que el AG tiene peso específico de 2.54 gr/cm³ y absorción del 3.23%. Estos valores son fundamentales para evaluar la capacidad de los agregados de retener agua y su comportamiento en mezclas de concreto, impactando en la dosificación, resistencia y durabilidad del material.

PRUEBAS DE DENSIDAD DEL MATERIAL:

Tabla 7

Peso Unitario Suelto del material.

ELEMENT.	P.U.S.
(A. FINO)	1.624 gr/cm3
(A. GRUESO)	1.512 gr/cm3

El agregado fino tiene un peso unitario suelto de 1.624 gr/cm³, mientras que el agregado grueso tiene un valor de 1.512 gr/cm³. Estos valores son cruciales para determinar la compactación y comportamiento de materiales en la mezcla de concreto.

Tabla 8

Peso Unitario Compactado de los materiales.

ELEMENT.	P.U.C.
(A. FINO)	1.753 gr/cm3
(A. GRUESO)	1.658 gr/cm3

El agregado fino tiene un valor de 1.753 gr/cm³, mientras que el agregado grueso presenta un valor de 1.658 gr/cm³. Estos resultados son esenciales para determinar la capacidad de compactación de los materiales.

PROPORCIONAMIENTO SEGÚN DISEÑO DE MEZCLA

Tabla 9

Dosificación de materiales.

DESCRIP.	P. SECO (Kg/cm3)	VOL. SECO	P. HÚMEDO (Kg/cm3)
Cemento	300	1.00	300
Agua	96	0.32	1.30
Material G.	891	2.97	3.47
Material F.	49	0.16	92.80
Aire	22%		22%

El diseño de mezcla establece que la cantidad de cemento es de 300 Kg/m³, el agua de 96 Kg/m³, y el material grueso de 891 Kg/m³, con un contenido de aire del 22%. Además, se especifica que se requieren 7.06 bolsas de cemento por metro cúbico de mezcla.

Tabla 10

Agregado reciclado 10%, 20%, 30% de reemplazo de "Material G".

Sustitución de grava (Material G.)	10%	20%	30%
Grava natural restante (kg/m³)	801.9	712.8	623.7
Agregado reciclado (kg/m³)	89.1	178.2	267.3

Son fundamentales para evaluar el impacto del uso de materiales reciclados en la mezcla de concreto.

Tabla 11

Cerámico reciclado 5%, 10%, 15% de reemplazo de "Material F".

Sustitución de fino (Material F.)	5%	10%	15%
Fino natural restante (kg/m³)	46.55	44.1	41.65
Cerámico reciclado (kg/m³)	2.45	4.9	7.35

Son clave para analizar el impacto del uso de materiales reciclados en la mezcla de concreto.

4.1.1 Trabajabilidad del concreto permeable.

Tabla 12

Asentamiento del concreto en estado fresco, con agregado reciclado.

ELEMENT.	SLUMP (cm)
Concreto Patrón	2.1
Concreto + 10% de agregado reciclado	1.5
Concreto + 20% de agregado reciclado	0.5
Concreto + 30% de agregado reciclado	0.2

Se presenta el slump en (cm) para cuatro tipos de mezcla: concreto patrón, y mezclas con 10%, 20% y 30% de AR6. A medida que aumenta el porcentaje de agregado reciclado, el slump disminuye, indicando una menor trabajabilidad.

Figura 8

Comportamiento físico del concreto en su fase inicial.

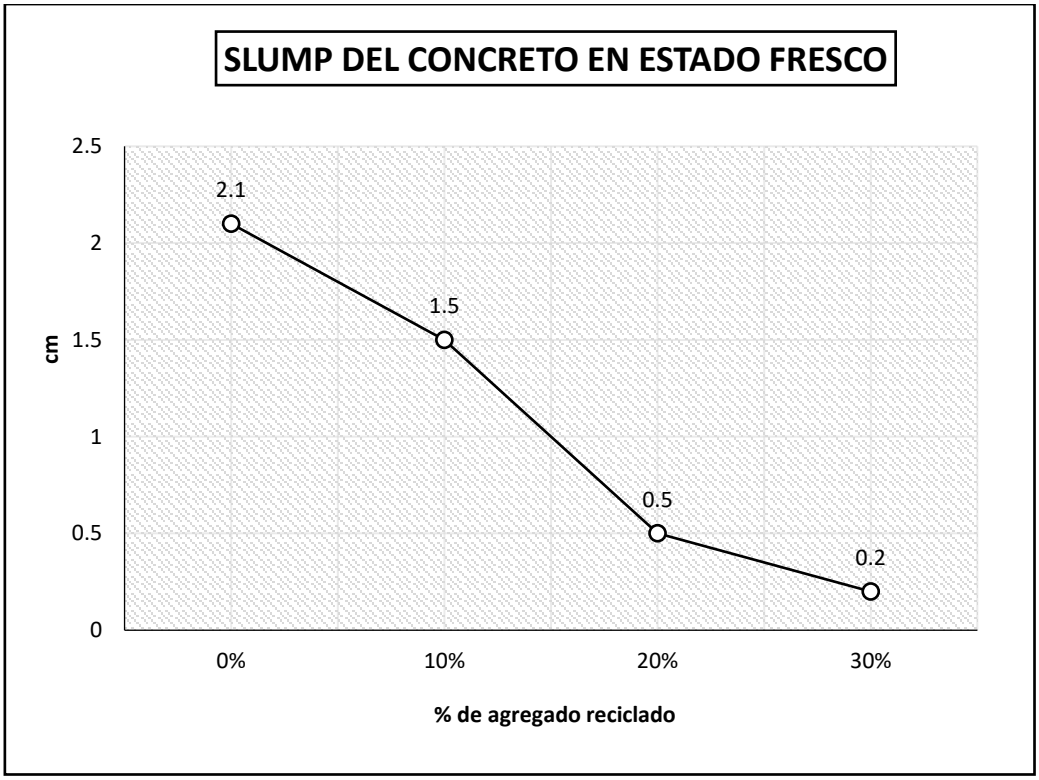


Tabla 13

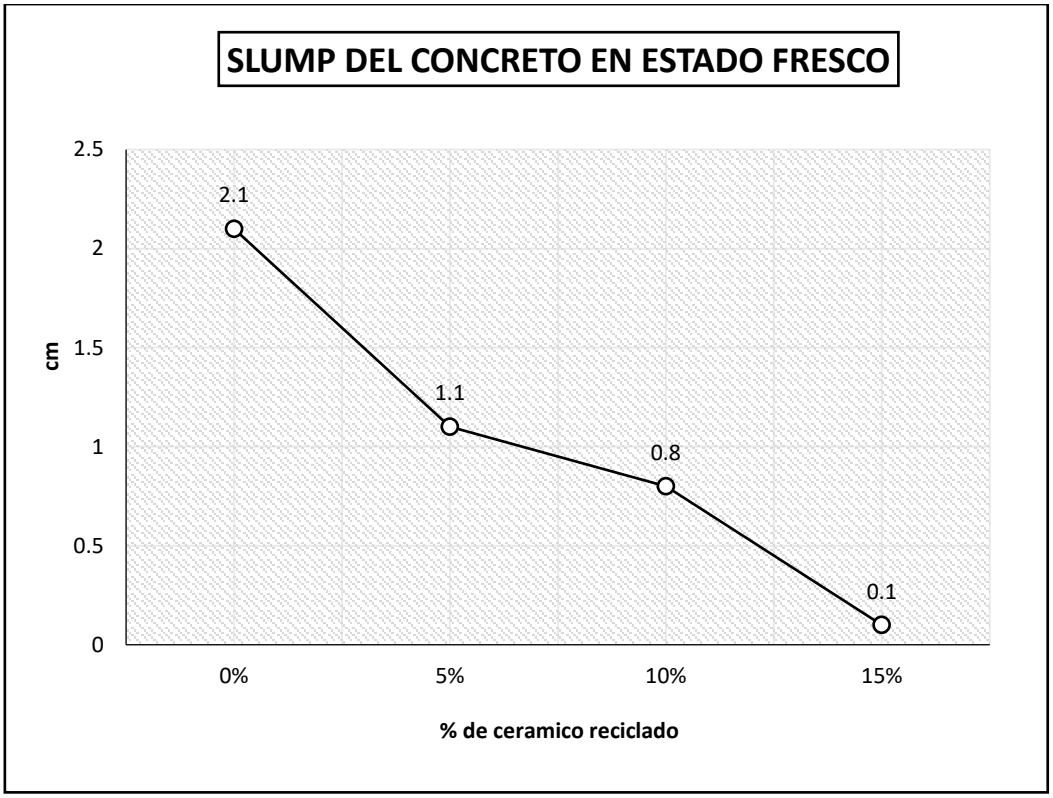
Asentamiento del concreto en estado fresco, con cerámico reciclado.

ELEMENT.	SLUMP (cm)
Concreto Patrón	2.1
Concreto + 5% de cerámico reciclado	1.1
Concreto + 10% de cerámico reciclado	0.8
Concreto + 15% de cerámico reciclado	0.1

Se muestra el slump en centímetros para el concreto patrón y mezclas con 5%, 10% y 15% de cerámico reciclado. A medida que aumenta el porcentaje de cerámico reciclado, el slump disminuye significativamente, que indica reducción en trabajabilidad.

Figura 9

Comportamiento físico del concreto en su fase inicial.



4.1.2 Resistencia a la compresión del concreto.

4.1.2.1 Concreto Estándar Permeable

Tabla 14

Resistencia del concreto estándar permeable curado en 7 días.

DESCRIP.	CARGA	ESF. (ROTURA)	EDAD	PROMEDIO
ME – 1	21148	119,99		
ME – 2	21205	120,32		
ME – 3	21105	119,27	7	119.97 kg/cm2
ME – 4	21212	120,36		
ME – 5	21133	119,91		

Los cinco ensayos muestran cargas que oscilan entre 21,148 kg y 21,133 kg, con una resistencia promedio a la compresión de 119.97 kg/cm².

Tabla 15

Resistencia del concreto estándar permeable curado en 14 días.

DESCRIP.	CARGA (KG)	ROTURA (KG/CM2)	PROMEDIO
ME – 1	25554	144,99	
ME – 2	25398	144,11	
ME – 3	25702	145,25	144.71 kg/cm2
ME – 4	25468	143,93	
ME – 5	25606	145,29	

Se detallan las cargas aplicadas (en kg) y las resistencias de rotura (en kg/cm²) de cinco muestras. La carga aplicada varía entre 25,398 kg y 25,702 kg, y las resistencias de rotura oscilan entre 143.93 kg/cm² y 145.29 kg/cm². El promedio de resistencia obtenido es 144.71 kg/cm², indica un rendimiento consistente y óptimo del concreto en este periodo de curado.

Tabla 16

Resistencia del concreto estándar permeable curado en 28 días.

DESCRIP.	CARGA (KG)	ROTURA (KG/CM2)	PROMEDIO
ME – 1	31018	175,29	
ME – 2	31207	176,36	
ME – 3	31022	176,02	175.94 kg/cm2
ME – 4	31002	175,90	
ME – 5	31166	176,13	

Se detallan las cargas aplicadas en cada ensayo, las resistencias de rotura correspondientes, la edad de las muestras y el promedio de resistencia a la compresión. Las cargas oscilan 31,018 kg y 31,166 kg, en tanto las resistencias de rotura oscilan 175.29 kg/cm² y 176.36 kg/cm². El promedio obtenido es 175.94 kg/cm², que refleja un rendimiento excelente a lo largo del periodo de curado.

4.1.2.2 Concreto + agregado reciclado 10%

Tabla 17

Resistencia del concreto + 10% de agregado reciclado, a 7 días.

DESCRIP.	CARGA (KG)	ROTURA (KG/CM2)	PROMEDIO
M1 + 10% AR	19386	110,00	
M2 + 10% AR	19235	109,14	
M3 + 10% AR	19562	110,55	109.82 kg/cm2
M4 + 10% AR	19435	110,27	
M5 + 10% AR	19236	109,14	

Se presentan las cargas aplicadas y las cargas de ruptura de cinco muestras (M1 a M5), con una resistencia promedio de 109.82 kg/cm². Las cargas oscila entre 109.00 kg y 110.27 kg, lo que indica buen desempeño del concreto con agregado reciclado bajo las condiciones de prueba.

Tabla 18

Resistencia del concreto + 10% de agregado reciclado, a 14 días.

DESCRIP.	CARGA (KG)	ROTURA (KG/CM2)	PROMEDIO
M1 + 10% AR	23792	135,00	
M2 + 10% AR	23696	134,45	
M3 + 10% AR	23806	134,54	134.57 kg/cm2
M4 + 10% AR	23748	134,21	
M5 + 10% AR	23733	134,66	

Se indican las cargas aplicadas y las cargas de ruptura de cinco muestras (M1 a M5), con una resistencia promedio de 134.57 kg/cm². Las cargas oscilan 134.21 kg y 135.00 kg, muestra una resistencia constante y adecuada del concreto bajo las condiciones de prueba. Estos resultados evidencian el buen cometido del concreto con agregado reciclado.

Tabla 19

Resistencia del concreto + 10% de agregado reciclado, a 28 días.

DESCRIP.	CARGA (KG)	ROTURA (KG/CM2)	PROMEDIO
M1 + 10% AR	29079	164,33	
M2 + 10% AR	29088	164,39	
M3 + 10% AR	29102	165,12	164.48 kg/cm2
M4 + 10% AR	29013	164,62	
M5 + 10% AR	29006	163,92	

Se muestran las cargas aplicadas y las cargas de ruptura de cinco muestras (M1 a M5), con una resistencia promedio de 164.48 kg/cm². Las cargas oscilan 163.92 kg y 165.12 kg, indica resistencia consistente y adecuada del concreto.

4.1.2.3 Concreto + agregado reciclado 20%

Tabla 20

Resistencia del concreto + 20% de agregado reciclado, a 7 días.

DESCRIP.	CARGA (KG)	ROTURA (KG/CM2)	PROMEDIO
M1 + 20% AR	18505	105,00	
M2 + 20% AR	18602	105,55	
M3 + 20% AR	18468	104,37	105.23 kg/cm2
M4 + 20% AR	18598	105,52	
M5 + 20% AR	18633	105,72	

Se detallan las cargas aplicadas y las cargas de ruptura de cinco muestras (M1 a M5), con una resistencia promedio de 105.23 kg/cm². Las cargas oscilan 104.37 kg y 105.72 kg, indica una resistencia adecuada y constante del concreto 20% de agregado reciclado. Estos resultados demuestran el buen desempeño del concreto bajo las condiciones de prueba establecidas.

Tabla 21

Resistencia del concreto + 20% de agregado reciclado, a 14 días.

DESCRIP.	CARGA (KG)	ROTURA (KG/CM2)	PROMEDIO
M1 + 20% AR	22911	130,00	
M2 + 20% AR	22936	130,14	
M3 + 20% AR	22898	129,40	129.68 kg/cm2
M4 + 20% AR	22936	129,62	
M5 + 20% AR	22957	130,26	

Se muestran las cargas aplicadas y las cargas de ruptura de cinco muestras (M1 a M5), con una resistencia promedio de 129.68 kg/cm². Las cargas oscilan 129.62 kg y 130.26 kg, lo que refleja buen desempeño y consistencia del concreto con agregado reciclado bajo las condiciones de prueba. Estos resultados indican la estabilidad del material a lo largo del periodo de curado.

Tabla 22

Resistencia del concreto + 20% de agregado reciclado, a 28 días.

DESCRIP.	CARGA (KG)	ROTURA (KG/CM2)	PROMEDIO
M1 + 20% AR	27845	157,36	
M2 + 20% AR	27906	157,71	
M3 + 20% AR	27796	157,71	157.81 kg/cm2
M4 + 20% AR	27933	158,49	
M5 + 20% AR	27921	157,79	

Se detallan las cargas aplicadas y las cargas de ruptura de cinco muestras (M1 a M5), con una resistencia promedio de 157.81 kg/cm². Las cargas oscilan 157.36 kg y 158.49 kg, indica una resistencia constante y adecuada bajo condiciones de prueba. Estos resultados evidencian la consistencia y buen desempeño del concreto con agregado reciclado a lo largo del periodo de curado.

4.1.2.4 Concreto + *agregado reciclado* 30%

Tabla 23

Resistencia del concreto + 30% de agregado reciclado, a 7 días.

DESCRIP.	CARGA (KG)	ROTURA (KG/CM2)	PROMEDIO
M1 + 30% AR	17271	98,00	
M2 + 30% AR	17306	98,19	
M3 + 30% AR	17106	96,67	97.90 kg/cm2
M4 + 30% AR	17355	98,47	
M5 + 30% AR	17299	98,15	

Se presentan las cargas aplicadas y las cargas de ruptura de cinco muestras (M1 a M5), con una resistencia promedio de 97.90 kg/cm². Las cargas oscilan 98.00 kg y 99.67 kg, lo que indica un rendimiento adecuado del concreto con este porcentaje de agregado reciclado.

Tabla 24

Resistencia del concreto + 30% de agregado reciclado, a 14 días.

DESCRIP.	CARGA (KG)	ROTURA (KG/CM2)	PROMEDIO
M1 + 30% AR	21148	119,99	
M2 + 30% AR	21202	120,30	
M3 + 30% AR	21207	119,85	120.17 kg/cm2
M4 + 30% AR	21339	120,59	
M5 + 30% AR	21166	120,10	

Se detallan las cargas aplicadas y las cargas de ruptura de cinco muestras (M1 a M5), con una resistencia promedio de 120.17 kg/cm². Las cargas oscilan 119.85 kg y 120.59 kg, lo que indica un buen desempeño y consistencia del concreto con este porcentaje de agregado reciclado. Estos resultados reflejan la estabilidad y adecuación del material a lo largo del periodo de curado.

Tabla 25

Resistencia del concreto + 30% de agregado reciclado, a 28 días.

DESCRIP.	CARGA (KG)	ROTURA (KG/CM2)	PROMEDIO
M1 + 30% AR	26436	149,40	
M2 + 30% AR	26503	149,78	
M3 + 30% AR	26377	149,66	149.22 kg/cm2
M4 + 30% AR	26512	150,43	
M5 + 30% AR	25986	146,85	

Se muestran las cargas aplicadas y las cargas de ruptura de cinco muestras (M1 a M5), con una resistencia promedio de 149.22 kg/cm². Las cargas oscilan 146.85 kg y 150.43 kg, lo que refleja un buen desempeño y consistencia del concreto con agregado reciclado. Estos resultados indican una resistencia adecuada y estable a lo largo del periodo de curado.

4.1.2.5 Concreto + cerámico reciclado 5%

Tabla 26

Resistencia del concreto + 5% de cerámico reciclado, a 7 días.

DESCRIP.	CARGA (KG)	ROTURA (KG/CM2)	PROMEDIO
M1 + 5% CR	22558	127,99	
M2 + 5% CR	22602	128,24	
M3 + 5% CR	22436	126,79	127.48 kg/cm2
M4 + 5% CR	22306	126,56	
M5 + 5% CR	22522	127,79	

Se detallan las cargas aplicadas y las cargas de ruptura de cinco muestras (M1 a M5), con una resistencia promedio de 127.48 kg/cm². Las cargas oscilan 126.56 kg y 128.24 kg, lo que indica un buen desempeño del concreto con cerámico reciclado. Estos resultados muestran una resistencia consistente y adecuada para el material bajo las condiciones de prueba.

Tabla 27

Resistencia del concreto + 5% de cerámico reciclado, a 14 días.

DESCRIP.	CARGA (KG)	ROTURA (KG/CM2)	PROMEDIO
M1 + 5% CR	26788	151,99	
M2 + 5% CR	26766	151,87	
M3 + 5% CR	26835	151,65	151.81 kg/cm2
M4 + 5% CR	26698	150,88	
M5 + 5% CR	26901	152,64	

Se presentan las cargas aplicadas y las cargas de ruptura de cinco muestras (M1 a M5), con una resistencia promedio de 151.81 kg/cm². Las cargas oscilan 150.88 kg y 152.64 kg, refleja buen desempeño con cerámico reciclado. Estos resultados muestran una resistencia estable y consistente para este tipo de mezcla.

Tabla 28

Resistencia del concreto + 5% de cerámico reciclado, a 28 días.

DESCRIP.	CARGA (KG)	ROTURA (KG/CM2)	PROMEDIO
M1 + 5% CR	31723	179,28	
M2 + 5% CR	31880	180,16	
M3 + 5% CR	32003	181,58	180.24 kg/cm2
M4 + 5% CR	31806	180,47	
M5 + 5% CR	31796	179,69	

Se detallan las cargas aplicadas y las cargas de ruptura de cinco muestras (M1 a M5), con una resistencia promedio de 180.24 kg/cm². Las cargas oscilan 179.28 kg y 181.58 kg, lo que refleja una resistencia consistente y adecuada del concreto con cerámico reciclado. Estos resultados muestran un buen desempeño y estabilidad del material a lo largo del periodo de curado.

4.1.2.6 Concreto + cerámico reciclado 10%

Tabla 29

Resistencia del concreto + 10% de cerámico reciclado, a 7 días.

DESCRIP.	CARGA (KG)	ROTURA (KG/CM2)	PROMEDIO
M1 + 10% CR	21677	122,99	
M2 + 10% CR	21802	123,70	
M3 + 10% CR	21563	121,86	123.30 kg/cm2
M4 + 10% CR	21833	123,88	
M5 + 10% CR	21869	124,08	

Se presentan las cargas aplicadas y las cargas de ruptura de cinco muestras (M1 a M5), con una resistencia promedio de 123.30 kg/cm². Las cargas oscilan 121.86 kg y 124.08 kg, lo que indica un buen desempeño del concreto con cerámico reciclado.

Tabla 30

Resistencia del concreto + 10% de cerámico reciclado, a 14 días.

DESCRIP.	CARGA (KG)	ROTURA (KG/CM2)	PROMEDIO
M1 + 10% CR	26083	147,99	
M2 + 10% CR	26120	148,20	
M3 + 10% CR	26337	148,84	148.89 kg/cm2
M4 + 10% CR	26402	149,21	
M5 + 10% CR	26471	150,20	

Se detallan las cargas aplicadas y las cargas de ruptura de cinco muestras (M1 a M5), con una resistencia promedio de 148.89 kg/cm². Las cargas oscilan 147.99 kg y 150.20 kg, lo que refleja un buen desempeño y consistencia del concreto con cerámico reciclado. Estos resultados muestran una resistencia estable y adecuada del material bajo las condiciones de prueba.

Tabla 31

Resistencia del concreto + 10% de cerámico reciclado, a 28 días.

DESCRIP.	CARGA (KG)	ROTURA (KG/CM2)	PROMEDIO
M1 + 10% CR	30842	174,30	
M2 + 10% CR	30902	174,64	
M3 + 10% CR	30733	174,38	174.65 kg/cm2
M4 + 10% CR	31003	175,91	
M5 + 10% CR	30798	174,05	

Se detallan las cargas aplicadas y las cargas de ruptura de cinco muestras (M1 a M5), con una resistencia promedio de 174.65 kg/cm². Las cargas oscilan 174.05 kg y 175.91 kg, lo que refleja un buen desempeño y consistencia del concreto con cerámico reciclado. Estos resultados indican una resistencia estable y adecuada para este tipo de mezcla en el periodo de curado.

4.1.2.7 Concreto + cerámico reciclado 15%

Tabla 32

Resistencia del concreto + 15% de cerámico reciclado, a 7 días.

DESCRIP.	CARGA (KG)	ROTURA (KG/CM2)	PROMEDIO
M1 + 15% CR	20443	115,99	
M2 + 15% CR	20502	116,33	
M3 + 15% CR	20603	116,43	116.53 kg/cm2
M4 + 15% CR	20398	115,74	
M5 + 15% CR	20822	118,14	

Se detallan las cargas aplicadas y las cargas de ruptura de cinco muestras (M1 a M5), con una resistencia promedio de 116.53 kg/cm². Las cargas oscilan 115.74 kg y 118.14 kg, lo que refleja un desempeño adecuado del concreto con cerámico reciclado.

Tabla 33

Resistencia del concreto + 15% de cerámico reciclado, a 14 días.

DESCRIP.	CARGA (KG)	ROTURA (KG/CM2)	PROMEDIO
M1 + 15% CR	25026	142,00	
M2 + 15% CR	25122	142,54	
M3 + 15% CR	25003	141,30	142.15 kg/cm2
M4 + 15% CR	25212	142,48	
M5 + 15% CR	25101	142,42	

Se presentan las cargas aplicadas y las cargas de ruptura de cinco muestras (M1 a M5), con una resistencia promedio de 142.15 kg/cm². Las cargas oscilan 141.30 kg y 142.54 kg, indica buen desempeño con cerámico reciclado. Estos resultados reflejan una resistencia adecuada y consistente del material bajo las condiciones de prueba.

Tabla 34

Resistencia del concreto + 15% de cerámico reciclado, a 28 días.

DESCRIP.	CARGA (KG)	ROTURA (KG/CM2)	PROMEDIO
M1 + 15% CR	29960	169,31	
M2 + 15% CR	29998	169,53	
M3 + 15% CR	30021	170,34	169.75 kg/cm2
M4 + 15% CR	29869	169,48	
M5 + 15% CR	30098	170,09	

Se muestran las cargas aplicadas y las cargas de ruptura de cinco muestras (M1 a M5), con una resistencia promedio de 169.75 kg/cm². Las cargas oscilan 169.31 kg y 170.34 kg, lo que refleja un buen desempeño y consistencia del concreto con cerámico reciclado en este periodo de curado. Estos resultados evidencian una resistencia estable y adecuada para este tipo de mezcla.

4.1.3 Coeficiente de permeabilidad del concreto permeable con agregado reciclado y cerámico reciclado.

4.1.3.1 Concreto estándar.

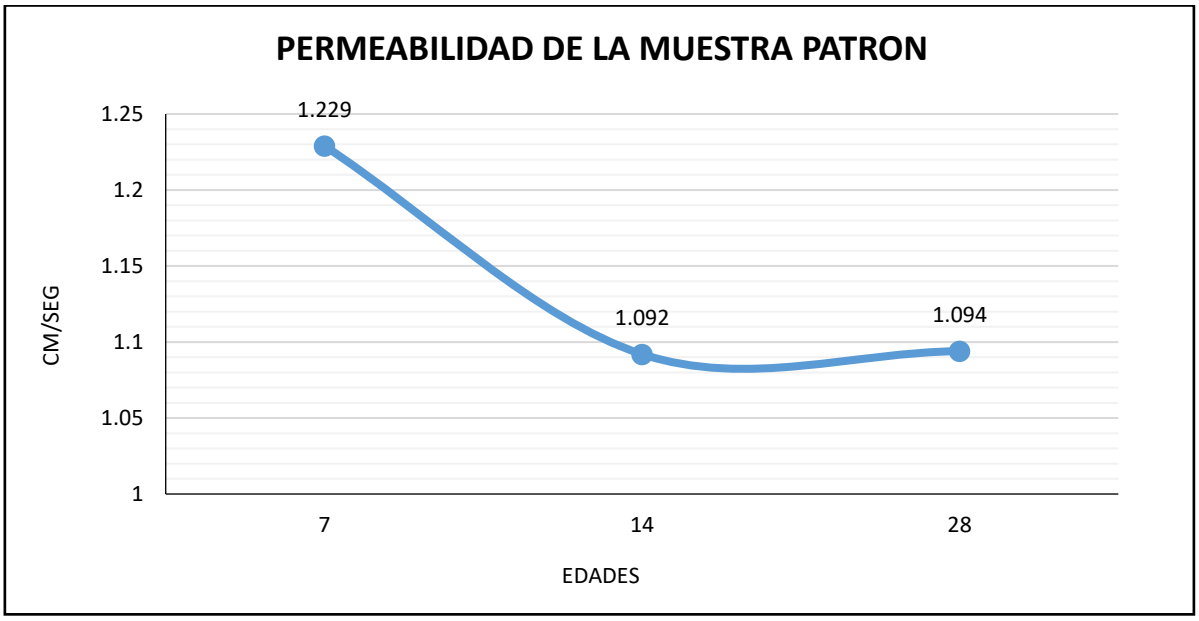
Tabla 35

Permeabilidad concreto muestra estándar.

N.º	DESCRIPCIÓN	Días	Tiempo (Seg)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Promedio de permeabilidad (cm/seg)
1	M – estándar	7	42	1,125	
2	M – estándar	7	36	1,273	1.229
3	M – estándar	7	38	1,289	
4	M – estándar	14	15	1,130	
5	M – estándar	14	16	1,026	1.092
6	M – estándar	14	15	1,122	
7	M – estándar	28	15	1,123	
8	M – estándar	28	15	1,101	1.094
9	M – estándar	28	16	1,058	

Figura 10

Tendencia de la permeabilidad concreto estándar.



La permeabilidad del concreto estándar en diferentes días de curado. Los valores oscilan 1.058 y 1.289 cm/seg, con promedio 1.094 cm/seg después de 28 días.

4.1.3.2 Concreto con 10% agregado reciclado.

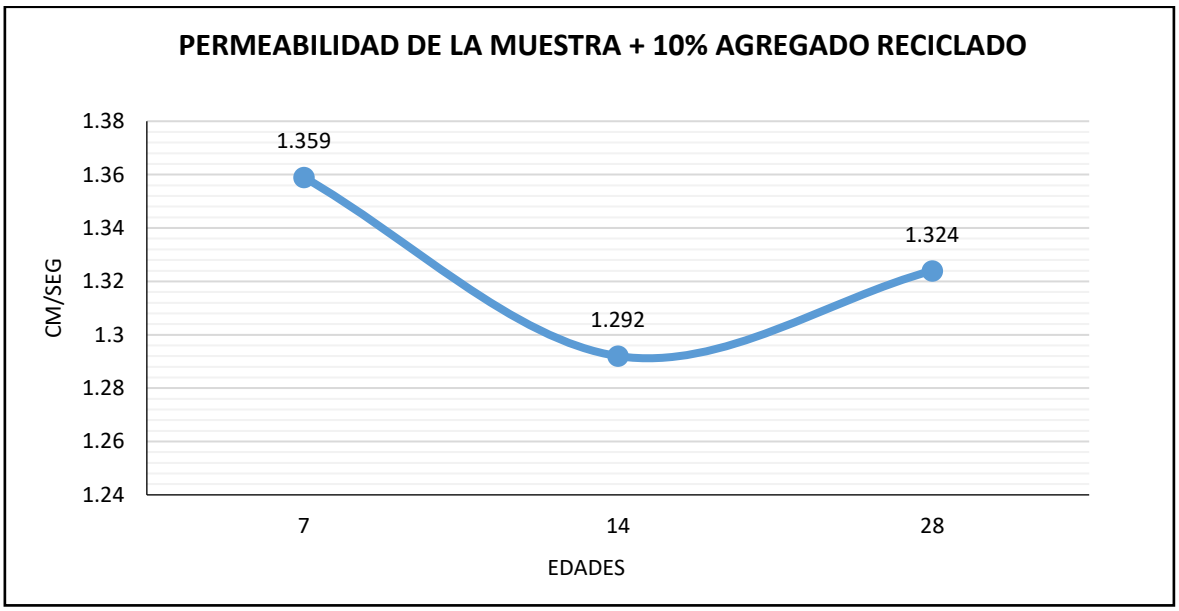
Tabla 36

Permeabilidad con 10% agregado reciclado.

N.º	DESCRIPCIÓN	Días	Tiempo (Seg)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Promedio de permeabilidad (cm/seg)
1	M – 10% AR.	7	12	1,407	
2	M – 10% AR.	7	13	1,273	1.359
3	M – 10% AR.	7	12	1,397	
4	M – 10% AR.	14	14	1,210	
5	M – 10% AR.	14	13	1,263	1.292
6	M – 10% AR.	14	12	1,402	
7	M – 10% AR.	28	13	1,295	
8	M – 10% AR.	28	12	1,376	1.324
9	M – 10% AR.	28	13	1,302	

Figura 11

Permeabilidad C + 10% AR.



La permeabilidad del concreto con 10% de agregado reciclado en diferentes días. Los valores oscilan entre 1.210 cm/seg y 1.407 cm/seg, con promedio de 1.324 cm/seg después de 28 días.

4.1.3.3 Concreto con 20% agregado reciclado.

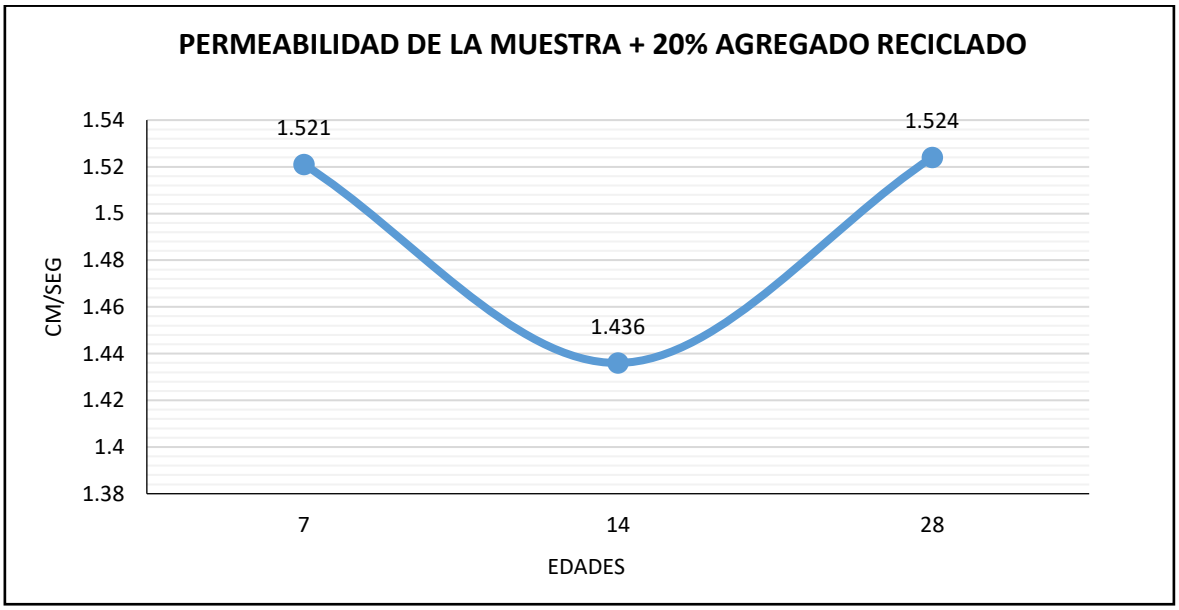
Tabla 37

Permeabilidad con 20% agregado reciclado.

N.º	DESCRIPCIÓN	Días	Tiempo (Seg)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Promedio de permeabilidad (cm/seg)
1	M – 20% AR.	7	11	1,535	
2	M – 20% AR.	7	11	1,505	1.521
3	M – 20% AR.	7	11	1,524	
4	M – 20% AR.	14	12	1,412	
5	M – 20% AR.	14	11	1,492	1.436
6	M – 20% AR.	14	12	1,402	
7	M – 20% AR.	28	11	1,531	
8	M – 20% AR.	28	11	1,501	1.524
9	M – 20% AR.	28	11	1,539	

Figura 12

Permeabilidad C + 20% AR.



Los valores de coeficiente de permeabilidad oscilan 1.402 cm/seg y 1.539 cm/seg, con promedio de 1.524 cm/seg después de 28 días. Estos resultados indican un buen desempeño en cuanto a la capacidad de filtración del concreto con un 20% de agregado reciclado, lo que demuestra su viabilidad para aplicaciones de concreto permeable.

4.1.3.4 Concreto con 30% agregado reciclado.

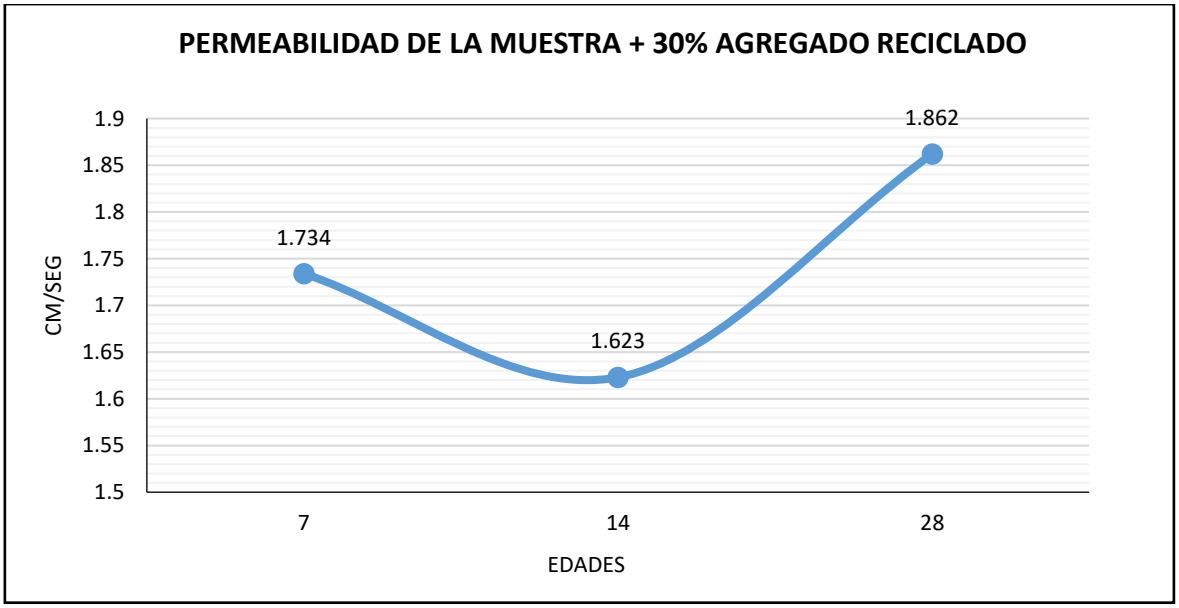
Tabla 38

Permeabilidad con 30% agregado reciclado.

N.º	DESCRIPCIÓN	Días	Tiempo (Seg)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Promedio de permeabilidad (cm/seg)
1	M – 30% AR.	7	10	1,688	
2	M – 30% AR.	7	9	1,839	1.734
3	M – 30% AR.	7	10	1,676	
4	M – 30% AR.	14	10	1,694	
5	M – 30% AR.	14	11	1,492	1.623
6	M – 30% AR.	14	10	1,683	
7	M – 30% AR.	28	9	1,871	
8	M – 30% AR.	28	9	1,834	1.862
9	M – 30% AR.	28	9	1,881	

Figura 13

Permeabilidad C + 30% AR.



La permeabilidad oscila 1.492 cm/seg y 1.881 cm/seg, con promedio de 1.862 cm/seg a los 28 días. Este aumento en la permeabilidad con mayor contenido de agregado reciclado muestra que concreto + 30% de agregado reciclado conserva una capacidad adecuada de filtración.

4.1.3.5 Concreto con 5% cerámico reciclado.

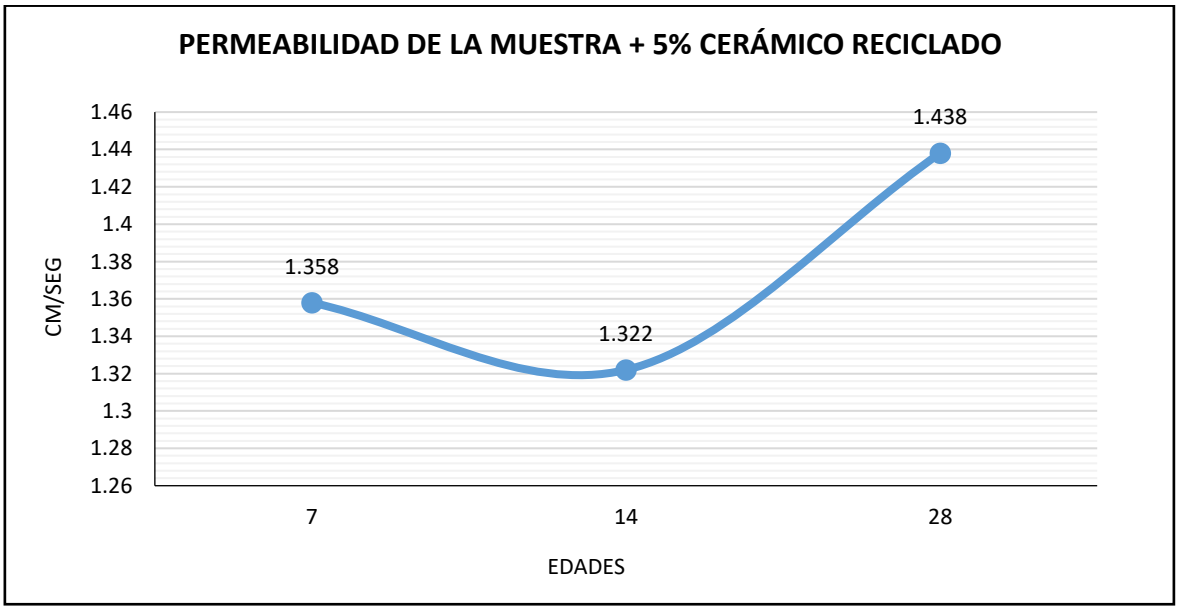
Tabla 39

Permeabilidad con 5% cerámico reciclado.

N.º	DESCRIPCIÓN	Días	Tiempo (Seg)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Promedio de permeabilidad (cm/seg)
1	M – 5% CR.	7	13	1,298	
2	M – 5% CR.	7	12	1,379	1.358
3	M – 5% CR.	7	12	1,397	
4	M – 5% CR.	14	13	1,303	
5	M – 5% CR.	14	12	1,368	1.322
6	M – 5% CR.	14	13	1,294	
7	M – 5% CR.	28	12	1,403	
8	M – 5% CR.	28	11	1,501	1.438
9	M – 5% CR.	28	12	1,411	

Figura 14

Permeabilidad C + 5% CR.



La permeabilidad oscila entre 1.294 cm/seg y 1.511 cm/seg, con promedio de 1.438 cm/seg después de 28 días. Estos resultados muestran que el concreto con cerámico reciclado mantiene una capacidad adecuada de filtración para aplicaciones de concreto permeable.

4.1.3.6 Concreto con 10% cerámico reciclado.

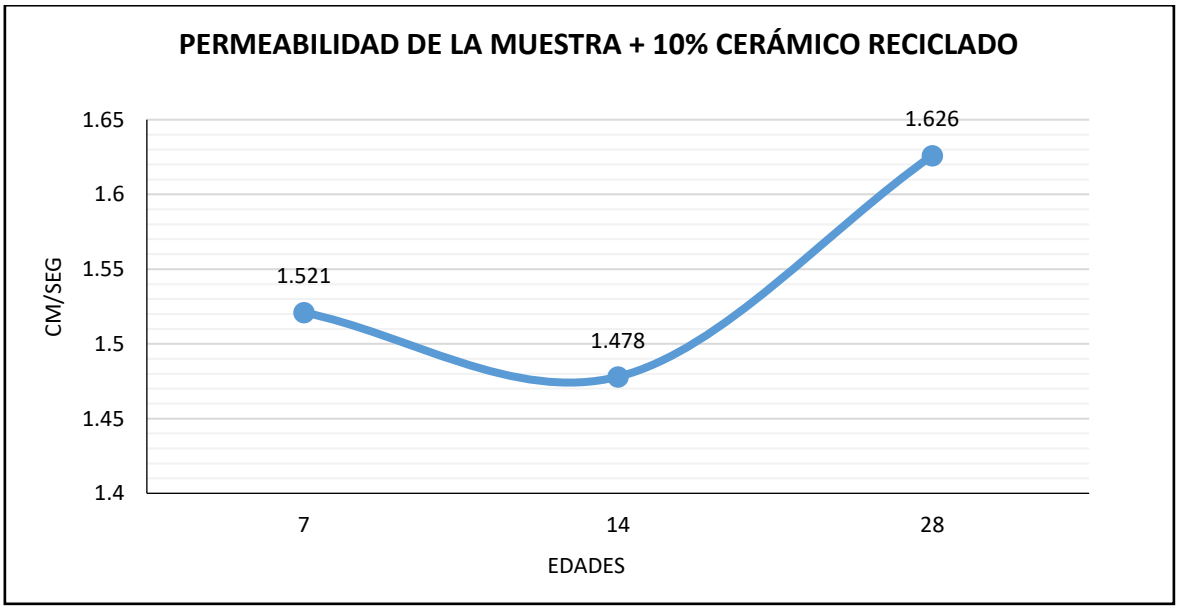
Tabla 40

Permeabilidad con 10% cerámico reciclado.

N.º	DESCRIPCIÓN	Días	Tiempo (Seg)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Promedio de permeabilidad (cm/seg)
1	M – 10% CR.	7	11	1,535	
2	M – 10% CR.	7	11	1,505	1.521
3	M – 10% CR.	7	11	1,524	
4	M – 10% CR.	14	12	1,412	
5	M – 10% CR.	14	11	1,492	1.478
6	M – 10% CR.	14	11	1,530	
7	M – 10% CR.	28	10	1,684	
8	M – 10% CR.	28	11	1,501	1.626
9	M – 10% CR.	28	10	1,693	

Figura 15

Permeabilidad C + 10% CR.



Los valores oscilan 1.412 cm/seg y 1.693 cm/seg, con promedio de 1.626 cm/seg después de 28 días. Los resultados indican buena capacidad de filtración del concreto + cerámico reciclado, lo que lo hace adecuado para aplicaciones de concreto permeable.

4.1.3.7 Concreto con 15% cerámico reciclado.

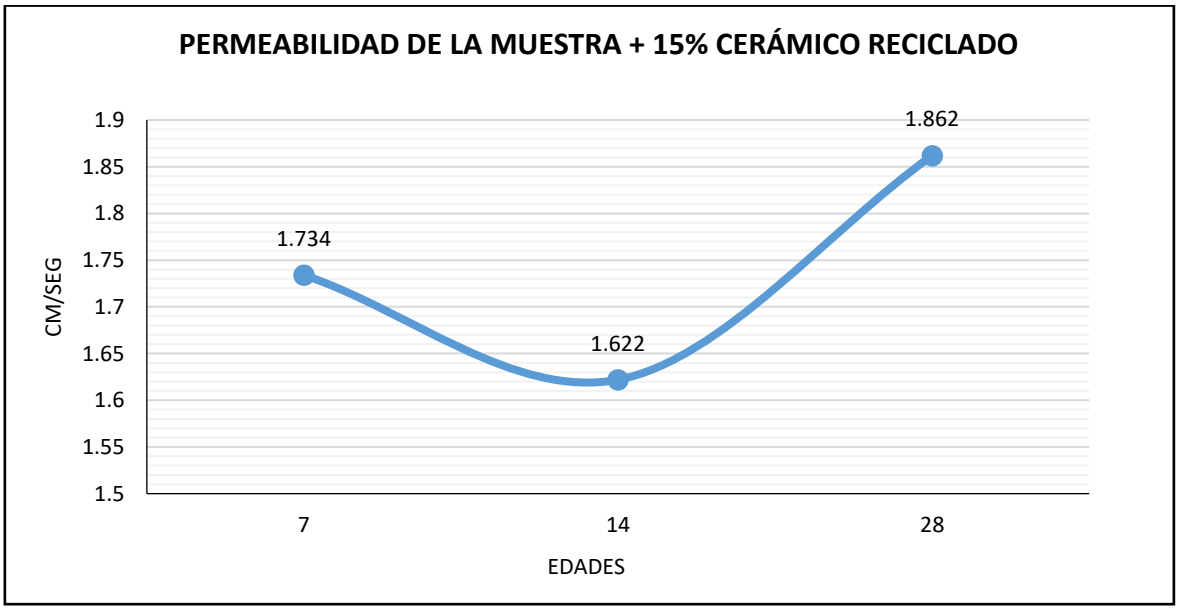
Tabla 41

Permeabilidad con 15% cerámico reciclado.

N.º	DESCRIPCIÓN	Días	Tiempo (Seg)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Promedio de permeabilidad (cm/seg)
1	M – 15% CR.	7	10	1,688	
2	M – 15% CR.	7	9	1,839	1.734
3	M – 15% CR.	7	10	1,676	
4	M – 15% CR.	14	10	1,694	
5	M – 15% CR.	14	10	1,642	1.622
6	M – 15% CR.	14	11	1,530	
7	M – 15% CR.	28	9	1,871	
8	M – 15% CR.	28	9	1,834	1.862
9	M – 15% CR.	28	9	1,881	

Figura 16

Permeabilidad C + 15% CR.



Los valores oscilan 1.530 cm/seg y 1.881 cm/seg, con promedio de 1.862 cm/seg al final del período de 28 días. Estos resultados evidencian una excelente capacidad de permeabilidad, lo que sugiere un buen rendimiento del concreto reciclado en aplicaciones permeables.

CUADROS COMPARATIVOS

Resistencias del concreto permeable con agregado reciclado.

Tabla 42

Esfuerzos en 7 días, del concreto permeable.

MUESTRAS	7 DIAS (kg/cm2)
Concreto Permeable estándar	119.97
C.P. – Agregado reciclado 10%	109.82
C.P. – Agregado reciclado 20%	105.23
C.P. – Agregado reciclado 30%	97.90

El concreto con agregado reciclado al 10% muestra resistencia de 109.82 kg/cm², en tanto que el concreto con 20% y 30% de agregado reciclado tiene valores de 105.23 kg/cm² y 97.90 kg/cm². En comparación, el concreto permeable estándar alcanza una resistencia de 119.97 kg/cm².

Tabla 43

Esfuerzos en 14 días, del concreto permeable.

MUESTRAS	14 DIAS (kg/cm2)
Concreto Permeable estándar	144.71
C.P. – Agregado reciclado 10%	134.57
C.P. – Agregado reciclado 20%	129.88
C.P. – Agregado reciclado 30%	120.17

El concreto permeable estándar presenta una resistencia de 144.71 kg/cm². Mientras que el concreto con agregado reciclado al 10% alcanza 134.57 kg/cm², con 20% de AR tiene resistencia de 129.88 kg/cm² y el de 30% alcanza 120.17 kg/cm².

Tabla 44

Esfuerzos en 28 días, del concreto permeable.

MUESTRAS	28 DIAS (kg/cm2)
Concreto Permeable estándar	175.94
C.P. – Agregado reciclado 10%	164.48
C.P. – Agregado reciclado 20%	157.81
C.P. – Agregado reciclado 30%	149.22

La muestra estándar tiene resistencia de 175.94 kg/cm². Al sustituir un 10% del agregado con material reciclado, la resistencia disminuye a 164.48 kg/cm². Con un 20% de agregado reciclado, la resistencia se reduce a 157.81 kg/cm², y 30% de agregado reciclado, la resistencia baja a 149.22 kg/cm², indicando una reducción de la resistencia conforme aumenta el porcentaje de agregado reciclado.

Tabla 45

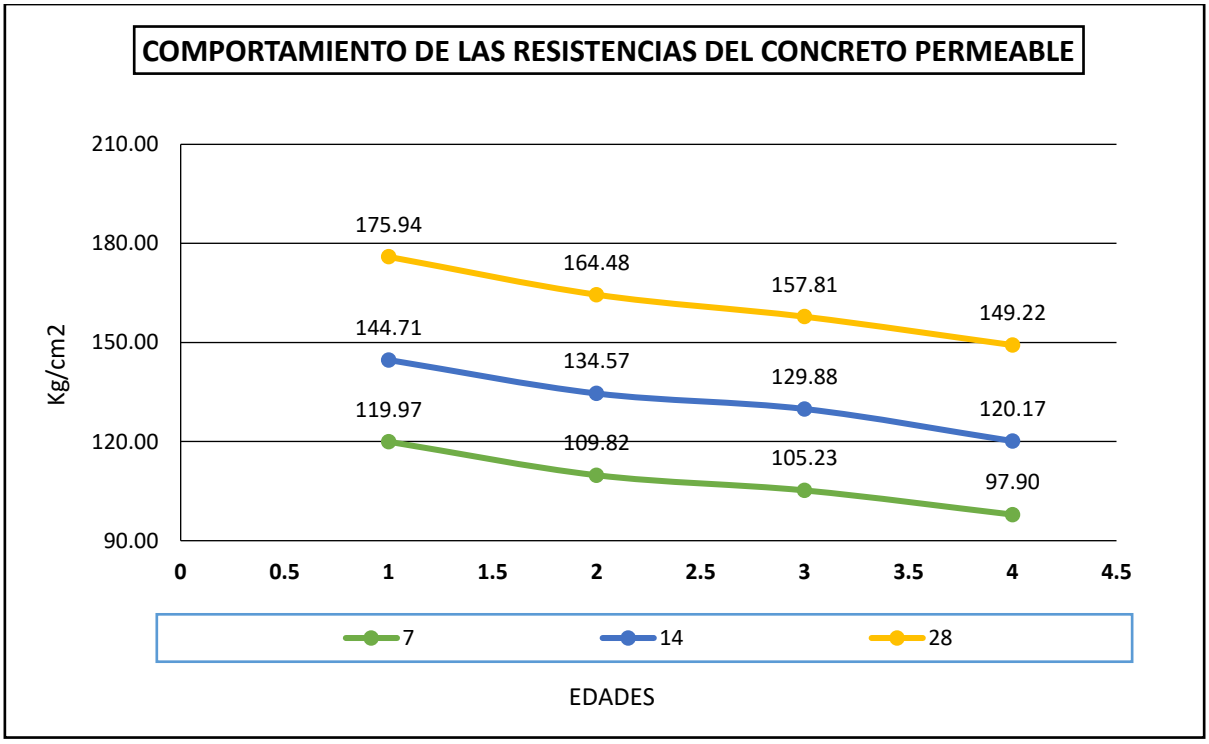
Comparativa de resistencias en edades variables.

MUESTRAS	7 DIAS (kg/cm2)	14 DIAS (kg/cm2)	28 DIAS (kg/cm2)
Concreto Permeable estándar	119.97	144.71	175.94
C.P. – Agregado reciclado 10%	109.82	134.57	164.48
C.P. – Agregado reciclado 20%	105.23	129.88	157.81
C.P. – Agregado reciclado 30%	97.90	120.17	149.22

El concreto permeable estándar presenta una resistencia creciente desde los 119.97 kg/cm² en 7 días hasta los 175.94 kg/cm² a los 28 días. El concreto con 10% de agregado reciclado muestra una tendencia similar, pero con valores más bajos, alcanzando los 164.48 kg/cm² en 28 días. Las muestras con 20% y 30% de AR presentan resistencias progresivamente más bajas en todos los intervalos de tiempo.

Figura 17

Capacidad lograda a la fuerza compresiva del concreto permeable.



Resistencias del concreto permeable con cerámico reciclado.

Tabla 46

Esfuerzos en 7 días, del concreto permeable.

MUESTRAS	7 DIAS (kg/cm2)
Concreto Permeable estándar	119.97
C.P. – Cerámico reciclado 5%	127.48
C.P. – Cerámico reciclado 10%	123.30
C.P. – Cerámico reciclado 15%	116.53

El concreto permeable estándar muestra una resistencia de 119.97 kg/cm². Las muestras con cerámico reciclado 5%, 10% y 15% alcanzan resistencias de 127.48 kg/cm², 123.30 kg/cm² y 116.53 kg/cm², lo que muestra un acrecentamiento en resistencia al incorporar cerámico reciclado en la mezcla.

Tabla 47

Esfuerzos en 14 días, del concreto permeable.

MUESTRAS	14 DIAS (kg/cm2)
Concreto Permeable estándar	144.71
C.P. – Cerámico reciclado 5%	151.81
C.P. – Cerámico reciclado 10%	148.89
C.P. – Cerámico reciclado 15%	142.15

El concreto permeable estándar presenta una resistencia de 144.71 kg/cm². Al incorporar cerámico reciclado, las muestras con 5%, 10% y 15% de cerámico reciclado alcanzan resistencias de 151.81 kg/cm², 148.89 kg/cm² y 142.15 kg/cm², respectivamente, indicando un aumento de resistencia con el uso de cerámico reciclado en las mezclas.

Tabla 48

Esfuerzos en 28 días, del concreto permeable.

MUESTRAS	28 DIAS (kg/cm2)
Concreto Permeable estándar	175.94
C.P. – Cerámico reciclado 5%	180.24
C.P. – Cerámico reciclado 10%	174.65
C.P. – Cerámico reciclado 15%	169.75

El concreto permeable estándar logra una resistencia 175.94 kg/cm², en tanto, muestras con 5%, 10% y 15% de cerámico reciclado muestran resistencias de 180.24 kg/cm², 174.65 kg/cm² y 169.75 kg/cm². Esto indica el uso de cerámico reciclado aumenta la resistencia hasta un 5%, pero disminuye a mayor porcentaje de cerámico reciclado.

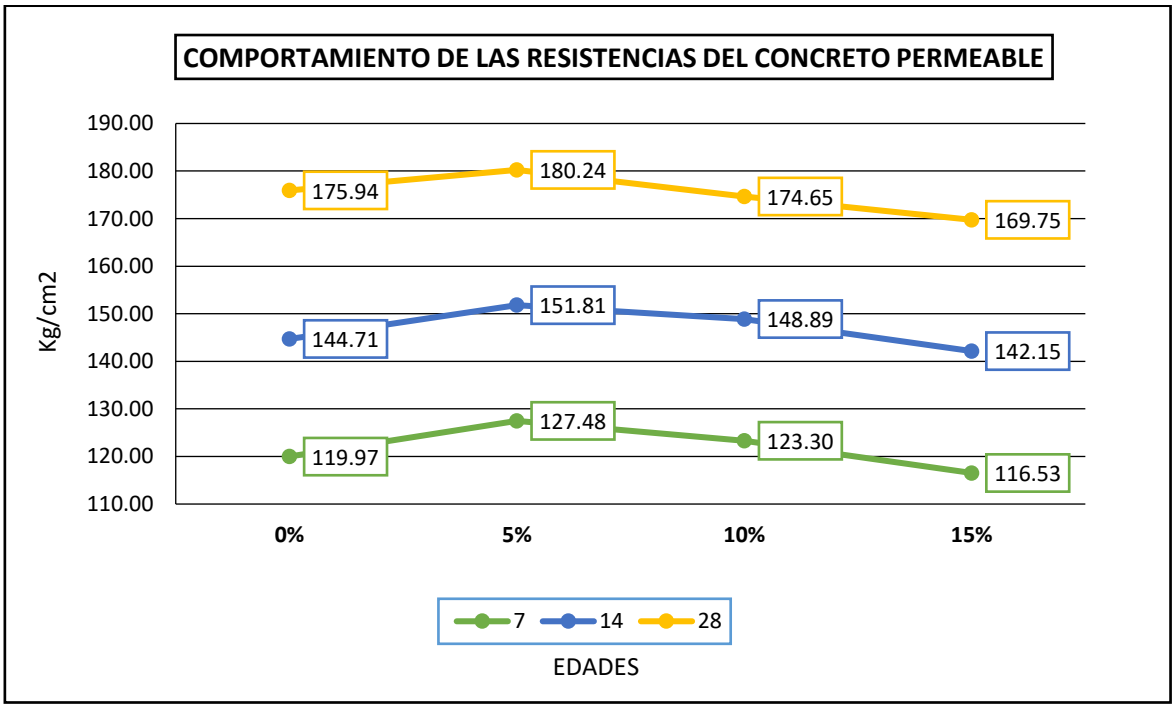
Tabla 49

Comparativa de resistencias en edades variables.

MUESTRAS	7 DIAS (kg/cm2)	14 DIAS (kg/cm2)	28 DIAS (kg/cm2)
Concreto Permeable estándar	119.97	144.71	175.94
C.P. – Cerámico reciclado 5%	127.48	151.81	180.24
C.P. – Cerámico reciclado 10%	123.30	148.89	174.65
C.P. – Cerámico reciclado 15%	116.53	142.15	169.75

Figura 18

Capacidad lograda a la fuerza compresiva del concreto permeable.



El concreto permeable estándar presenta una resistencia creciente con el tiempo, alcanzando 175.94 kg/cm² a los 28 días. Las mezclas con CR muestran una mejora en la resistencia con el tiempo, especialmente a los 7 días, alcanzando 127.48 kg/cm² con 5% de cerámico reciclado, 123.30 kg/cm² con 10%, y 116.53 kg/cm² con 15%, observándose una disminución de la resistencia conforme aumenta el porcentaje de cerámico reciclado.

Permeabilidad del concreto con agregado reciclado.

Tabla 50

Permeabilidad en 7 días.

MUESTRAS	7 DIAS (cm/seg)
Concreto Permeable estándar	1.229
C.P. – Agregado reciclado 10%	1.359
C.P. – Agregado reciclado 20%	1.521
C.P. – Agregado reciclado 30%	1.734

El concreto permeable estándar presenta permeabilidad de 1.229 cm/seg, mientras que las mezclas con agregado reciclado muestran un aumento progresivo conforme incrementa el porcentaje de agregado reciclado: 1.359 cm/seg con 10%, 1.521 cm/seg con 20%, y 1.734 cm/seg con 30%. Esto indica que el concreto con mayor porcentaje de agregado reciclado presenta una mayor permeabilidad.

Tabla 51

Permeabilidad en 14 días.

MUESTRAS	14 DIAS (cm/seg)
Concreto Permeable estándar	1.092
C.P. – Agregado reciclado 10%	1.292
C.P. – Agregado reciclado 20%	1.436
C.P. – Agregado reciclado 30%	1.623

El concreto permeable estándar presenta permeabilidad 1.092 cm/seg. Las mezclas con agregado reciclado incrementan la permeabilidad a mesura se aumenta el % de reciclado: 1.292 cm/seg con 10%, 1.436 cm/seg con 20%, y 1.623 cm/seg con 30%, lo que indica un aumento en la permeabilidad conforme se incrementa el contenido de agregado reciclado.

Tabla 52

Permeabilidad en 28 días.

MUESTRAS	28 DIAS (cm/seg)
Concreto Permeable estándar	1.094
C.P. – Agregado reciclado 10%	1.324
C.P. – Agregado reciclado 20%	1.524
C.P. – Agregado reciclado 30%	1.862

El concreto permeable estándar presenta permeabilidad 1.094 cm/seg. Las mezclas con agregado reciclado presentan una mayor permeabilidad: 1.324 cm/seg con un 10% de agregado reciclado, 1.524 cm/seg con un 20%, y 1.862 cm/seg con un 30%. Esto refleja un aumento creciente de permeabilidad acorde aumenta el % de agregado reciclado en la mezcla.

Tabla 53

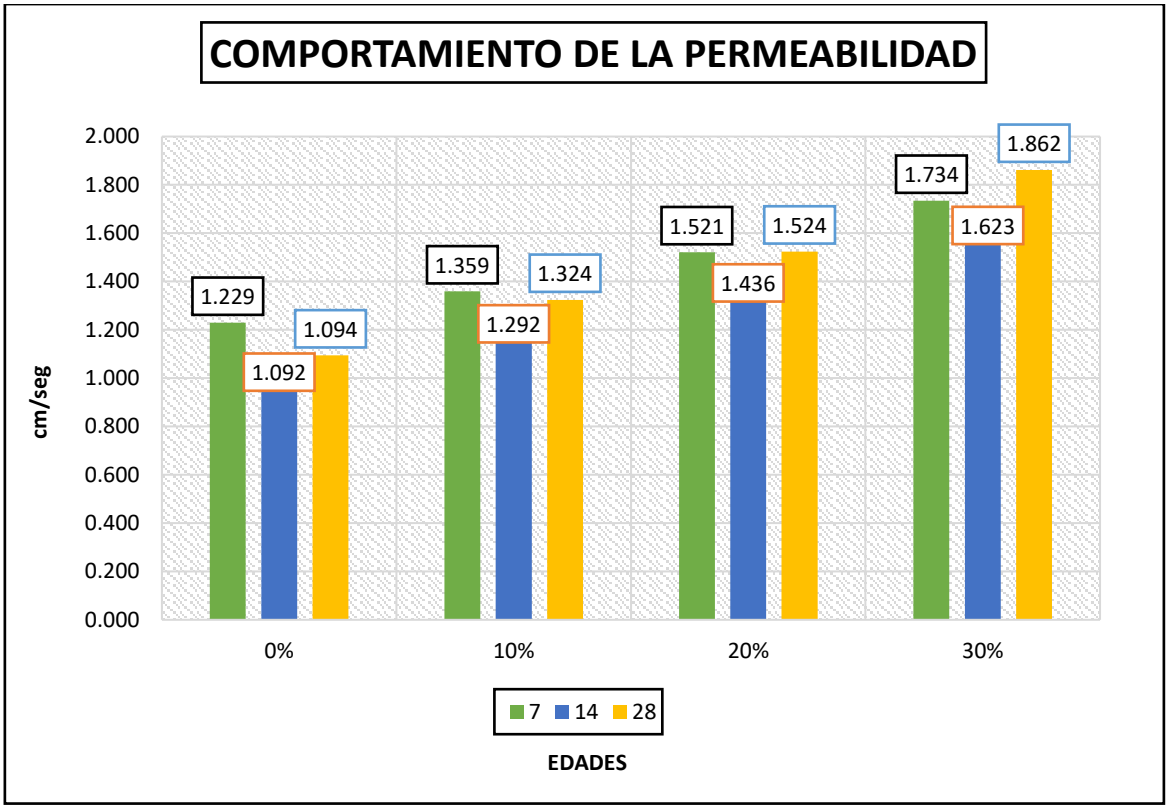
Comparativa de la permeabilidad en edades variables.

MUESTRAS	7 DIAS (cm/seg)	14 DIAS (cm/seg)	28 DIAS (cm/seg)
Concreto Permeable estándar	1.229	1.092	1.094
C.P. – Agregado reciclado 10%	1.359	1.292	1.324
C.P. – Agregado reciclado 20%	1.521	1.436	1.524
C.P. – Agregado reciclado 30%	1.734	1.623	1.862

Se observa que, con el paso de los días, la permeabilidad disminuye en todas las muestras. El concreto permeable estándar muestra una baja permeabilidad que varía de 1.229 cm/seg a 7 días hasta 1.094 cm/seg a 28 días. Las mezclas con agregado reciclado tienen una mayor permeabilidad en todos los tiempos de curado, destacándose el concreto con 30% de agregado reciclado, que presenta una permeabilidad de 1.734 cm/seg a 7 días, aumentando hasta 1.862 cm/seg a los 28 días.

Figura 19

Evolución de la permeabilidad en edades variables.



Permeabilidad del concreto con cerámico reciclado.

Tabla 54

Permeabilidad pasado los 7 días.

MUESTRAS	7 DIAS (cm/seg)
Concreto Permeable estándar	1.229
C.P. – Cerámico reciclado 5%	1.358
C.P. – Cerámico reciclado 10%	1.521
C.P. – Cerámico reciclado 15%	1.734

El concreto permeable estándar tiene permeabilidad de 1.229 cm/seg, en tanto el concreto con 5%, 10% y 15% de cerámico reciclado presenta permeabilidades de 1.358, 1.521 y 1.734 cm/seg, respectivamente.

Tabla 55

Permeabilidad pasado los 14 días.

MUESTRAS	14 DIAS (cm/seg)
Concreto Permeable estándar	1.092
C.P. – Cerámico reciclado 5%	1.322
C.P. – Cerámico reciclado 10%	1.478
C.P. – Cerámico reciclado 15%	1.622

El concreto con cerámico reciclado presenta un aumento en la permeabilidad respecto al concreto estándar. Mientras que el concreto permeable estándar tiene una permeabilidad de 1.092 cm/seg, las mezclas con cerámico reciclado a 5%, 10%, y 15% alcanzan permeabilidades de 1.322, 1.478 y 1.622 cm/seg, respectivamente.

Tabla 56

Permeabilidad pasado los 28 días.

MUESTRAS	28 DIAS (cm/seg)
Concreto Permeable estándar	1.094
C.P. – Cerámico reciclado 5%	1.438
C.P. – Cerámico reciclado 10%	1.626
C.P. – Cerámico reciclado 15%	1.862

Se observa que el concreto permeable estándar tiene una permeabilidad de 1.094 cm/seg, en tanto las mezclas con cerámico reciclado a 5%, 10%, y 15% tienen permeabilidades mayores de 1.438 cm/seg, 1.626 cm/seg, y 1.862 cm/seg, respectivamente. Esto indica el incremento del porcentaje de cerámico reciclado en el concreto permeable aumenta significativamente su permeabilidad a lo largo del tiempo.

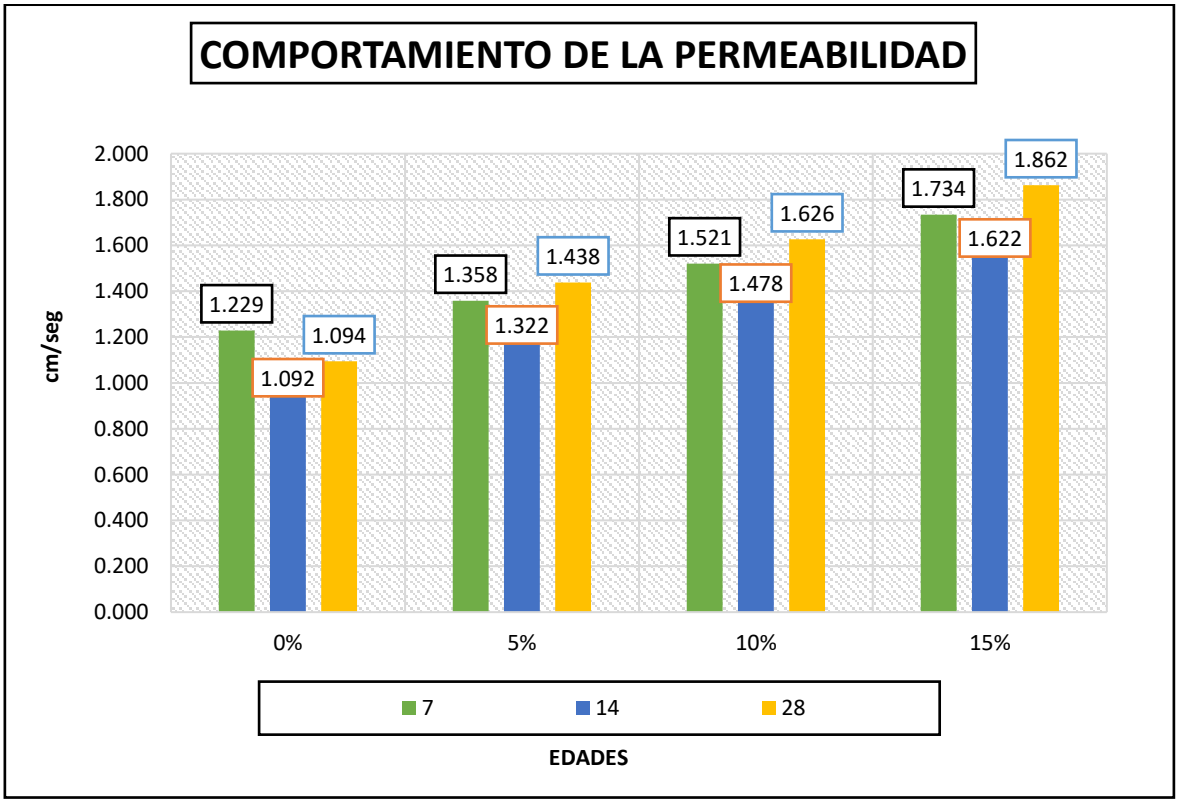
Tabla 57

Comparativa de la permeabilidad en edades variables.

MUESTRAS	7 DIAS (cm/seg)	14 DIAS (cm/seg)	28 DIAS (cm/seg)
Concreto Permeable estándar	1.229	1.092	1.094
C.P. – Cerámico reciclado 5%	1.358	1.322	1.438
C.P. – Cerámico reciclado 10%	1.521	1.478	1.626
C.P. – Cerámico reciclado 15%	1.734	1.622	1.862

Figura 20

Evolución de la permeabilidad en edades variables.



Se observa que las muestras con cerámico reciclado, tanto al 5%, 10% y 15%, presentan una permeabilidad superior en todas las edades comparado con el concreto estándar. A los 28 días, el concreto con cerámico reciclado al 15% alcanza la permeabilidad más alta con 1.862 cm/seg, seguido por el 10% con 1.626 cm/seg y el 5% con 1.438 cm/seg.

4.2 Discusión de resultados.

Trabajabilidad del Concreto Permeable

El análisis de la trabajabilidad de las mezclas de concreto permeable reveló una tendencia a la disminución del slump a mesura que se incrementaba la proporción de agregado reciclado y cerámico reciclado. En el concreto con agregado reciclado, se observó que la trabajabilidad se redujo progresivamente a medida que aumentaba el porcentaje de reciclado: de 3.4 cm en el concreto patrón a 2.4 cm con 30% de agregado reciclado. De manera similar, al incorporar cerámico reciclado, la trabajabilidad también disminuyó de 3.4 cm a 2.3 cm con un 15% de cerámico reciclado.

Esta disminución en la trabajabilidad es consistente con estudios previos como el de Chachaque et al. (2024), quien observó que la sustitución del material convencional por cerámico reciclado reduce la permeabilidad y la porosidad, lo que puede generar una mezcla más densa y menos fluida. Este comportamiento puede explicarse por las características de los materiales reciclados, que suelen tener superficies más rugosas y mayor cabida de absorción de agua, que influye claramente en mezcla de concreto y en su comportamiento en estado fresco. Sin embargo, la disminución en la trabajabilidad no fue tan pronunciada como para comprometer la calidad del concreto permeable, lo que sugiere que se puede ajustar la dosificación de agua o los aditivos para mejorar la manejabilidad sin afectar las propiedades finales del concreto.

Resistencia a la Compresión del Concreto

Los resultados expusieron una disminución notable en firmeza a medida que aumentaba el contenido de agregado reciclado. El concreto estándar, con resistencia de 175.94 kg/cm² en 28 días, superó a las mezclas con agregado reciclado, que presentaron valores de 164.48 kg/cm² con 10% de reciclado, 157.81 kg/cm² con 20% y 149.22 kg/cm² con 30%. Este comportamiento refleja una disminución general en la capacidad de carga a medida que el contenido de material reciclado aumenta. Sin embargo, es importante destacar que la resistencia obtenida en las mezclas con 10% y 20% de agregado

reciclado sigue siendo adecuada para aplicaciones estructurales en pavimentos urbanos y otras infraestructuras de baja carga.

Este resultado es coherente con los hallazgos de Iquiapaza (2019), quien reportó que la incorporación de agregado reciclado proveniente de procesos de demolición en la ciudad de Juliaca no debilitó el concreto, e incluso mejoró algunas propiedades, como la resistencia a la compresión. En su investigación, las mezclas con un 5% y 10% de agregado reciclado alcanzaron resistencias superiores a las del concreto convencional. Sin embargo, en el presente estudio, se observó que a mesura que aumentaba el % de reciclado, la resistencia disminuía, lo que podría deberse a la variabilidad en las características de los materiales reciclados utilizados (agregado reciclado y cerámico reciclado). Este fenómeno subraya la necesidad de una dosificación cuidadosa y de un diseño de mezcla que maximice las propiedades del concreto sin comprometer su resistencia.

Por otro lado, las mezclas con cerámico reciclado mostraron un comportamiento diferente. La incorporación de cerámico reciclado mejoró la resistencia, con un promedio de 180.24 kg/cm² en 28 días para la mezcla con 5% de cerámico reciclado, y resistencias de 174.65 kg/cm² y 169.75 kg/cm² con 10% y 15% de cerámico reciclado, respectivamente. Este resultado concuerda con lo reportado por Chachaque et al. (2024), quienes destacaron las propiedades puzolánicas del cerámico reciclado como responsables de la mejora en la resistencia del concreto. La presencia de estos residuos cerámicos contribuye a una mayor durabilidad y resistencia del concreto, lo que sugiere que este material reciclado podría ser una excelente opción para mejorar el desempeño del concreto permeable sin afectar negativamente sus propiedades mecánicas.

Permeabilidad del Concreto

En términos de permeabilidad, los resultados mostraron una tendencia clara de aumento de la capacidad de filtración conforme aumentaba el porcentaje de agregado reciclado y cerámico reciclado en las mezclas de concreto permeable. El concreto estándar mostró una permeabilidad de 1.094 cm/seg en 28 días, mientras que el

concreto con agregado reciclado alcanzó 1.324 cm/seg con 10%, 1.524 cm/seg con 20%, y 1.862 cm/seg con 30%. De manera similar, el concreto con cerámico reciclado presentó una mayor permeabilidad, alcanzando 1.438 cm/seg con 5%, 1.626 cm/seg con 10%, y 1.862 cm/seg con 15%.

Estos resultados confirman la permeabilidad desarrolla a mesura que se aumenta el contenido de material reciclado, lo cual es una característica esperada para el concreto permeable, cuyo objetivo principal es permitir el paso del agua a través de la superficie. Este fenómeno es particularmente relevante en zonas urbanas con problemas de escorrentía pluvial, ya que el concreto permeable logra ayudar significativamente a la gestión del agua de lluvia y a la prevención de inundaciones. Estos resultados coinciden con los de Chambi (2021), quien encontró que el concreto permeable con una resistencia de 175 kg/cm² presentaba una excelente capacidad de infiltración, lo que resalta la categoría de selección conveniente de materiales reciclados para optimizar la permeabilidad del concreto permeable.

Comparación con Otros Estudios

En comparación con otros estudios, como el de Chambi (2021), el concreto con mayor resistencia a la compresión tiende a tener una menor permeabilidad, como se observó en nuestra investigación, donde las mezclas con menor resistencia a la compresión mostraron una mayor capacidad de filtración. Esto sugiere que, al diseñar mezclas de concreto permeable, es crucial equilibrar la resistencia mecánica y la permeabilidad, dependiendo de la aplicación prevista del concreto.

El estudio de Chachaque et al. (2024) sobre la incorporación de porcelana reciclada en el concreto permeable también aportó valiosos conocimientos. Este estudio demostró que la incorporación de porcelana reciclada mejora significativamente la resistencia, pero reduce la permeabilidad debido a la densificación de la matriz cementosa. En nuestro caso, aunque la resistencia a la compresión disminuyó con el aumento del reciclado, la permeabilidad se incrementó.

CONCLUSIONES

General. Se concluye que la sustitución parcial del agregado natural por agregado reciclado (10%, 20% y 30%) y cerámico reciclado (5%, 10% y 15%) cambia significativa las propiedades del concreto permeable de f´c = 175 kg/cm² en el distrito de Juliaca, 2025. En términos globales, el uso de agregados reciclados genera una disminución progresiva de la trabajabilidad y de la resistencia a la compresión (sobre todo a mayores porcentajes de agregado grueso reciclado), a la vez que incrementa de forma importante la permeabilidad del concreto, permitiendo alcanzar un equilibrio entre desempeño mecánico e hidráulico adecuado para pavimentos permeables.

Primera. Se concluye que la sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado reduce de manera marcada la trabajabilidad del concreto permeable de f´c = 175 kg/cm². En el caso del agregado reciclado grueso, el slump disminuyó de 2.1 cm en el concreto patrón a 1.5 cm con 10% de reciclado, 0.5 cm con 20% y 0.2 cm con 30%, mostrando una pérdida progresiva de manejabilidad conforme aumenta el reemplazo. De forma similar, con cerámico reciclado fino el asentamiento se redujo de 2.1 cm a 1.1 cm (5%), 0.8 cm (10%) y 0.1 cm (15%), lo que evidencia que el cerámico reciclado genera mezclas aún más secas, obligando a un control cuidadoso de la colocación para evitar vacíos y segregación.

Segunda. Se concluye que la sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado influye cuantitativamente en la resistencia a la compresión del concreto permeable. El concreto estándar alcanzó 119.97, 144.71 y 175.94 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días, cumpliendo f´c de 175 kg/cm². Con agregado reciclado grueso, las resistencias a 28 días disminuyeron a 164.48 kg/cm² (10%), 157.81 kg/cm² (20%) y 149.22 kg/cm² (30%), evidenciando pérdidas aproximadas de 6.5%, 10.3% y 15.2%

respecto al patrón, por lo que porcentajes mayores al 20% comprometen la resistencia de diseño. En contraste, con cerámico reciclado fino se obtuvieron 180.24 kg/cm² (5%), 174.65 kg/cm² (10%) y 169.75 kg/cm² (15%) a los 28 días, observándose que el 5% supera ligeramente la f´c y el 10% se mantiene prácticamente igual al concreto patrón, mientras que el 15% presenta una reducción cercana al 3.5%, por lo que los contenidos de 5% a 10% se perfilan como los más convenientes cuando se prioriza la resistencia.

Tercera. Se concluye que la sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado incrementa significativamente la permeabilidad del concreto permeable. El concreto estándar presentó coeficientes de permeabilidad del orden de 1.229 cm/seg a 7 días y 1.094 cm/seg a 28 días, valores que sirven como referencia base. Con agregado reciclado grueso, la permeabilidad promedio a 28 días se elevó a 1.324 cm/seg (10%), 1.524 cm/seg (20%) y hasta 1.862 cm/seg (30%), mientras que con cerámico reciclado se obtuvieron también valores crecientes, alcanzando igualmente 1.862 cm/seg en la mezcla con 15% de cerámico reciclado. Esto demuestra que los mayores porcentajes de reciclado favorecen la capacidad drenante; sin embargo, combinaciones intermedias como 10%–20% de agregado reciclado y 5%–10% de cerámico reciclado ofrecen un equilibrio más adecuado entre permeabilidad elevada y resistencia mecánica aceptable para pavimentos permeables urbanos.

RECOMENDACIONES

Primera. se sugiere ampliar el estudio evaluando otras propiedades duraderas del concreto permeable con agregado reciclado, tales como la resistencia a la abrasión, el comportamiento frente al ciclo hielo-deshielo, y la durabilidad frente a agentes químicos agresivos en el ambiente de Juliaca, para asegurar su desempeño a largo plazo.

Segunda. Se recomienda investigar el uso y optimización de diferentes tipos y dosificaciones de aditivos plastificantes o superplastificantes específicos para concreto permeable con agregados reciclados, con el fin de mejorar la trabajabilidad sin comprometer otras propiedades mecánicas y funcionales.

Tercera. se recomienda evaluar distintos porcentajes de reemplazo de agregado reciclado y cerámico reciclado, combinando diferentes granulometrías y relaciones agua/cemento, con el objetivo de lograr la mejor relación posible entre resistencia a compresión y permeabilidad para aplicaciones específicas. Además, sería útil estudiar el comportamiento del concreto a compresión bajo diferentes condiciones ambientales características de Juliaca, como bajas temperaturas o cambios bruscos de humedad.

Cuarta. Se sugiere llevar a cabo investigaciones que permitan optimizar el diseño de la mezcla para balancear permeabilidad y resistencia, evaluando además la influencia de la porosidad en la resistencia al desgaste, con el objetivo de definir límites y recomendaciones para usos específicos en infraestructura urbana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACI. (2010). ACI 522R-10: Especificación de diseño y ensayo para concreto permeable. American Concrete Institute.

Altiplania. (2025). Propuesta de gestión de residuos en Juliaca para la construcción de una ciudad más sostenible. Publicación interna de la Asociación Altiplania.

Álvarez, F., García, J., & López, M. (2021). Estudio de la resistencia mecánica del concreto permeable con agregado reciclado. Revista de Ingeniería Ecológica, 15(2), 35-47.

ASTM. (2020). ASTM C39 - Método de ensayo para la resistencia a la compresión del concreto. ASTM International.

ASTM. (2020). ASTM C143 - Método de ensayo para la consistencia (slump) del concreto. ASTM International.

Benavides Altamirano, E. O. (2021). Elaboración de concreto económico utilizando cascote cerámico como reemplazo parcial del cemento. http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/3386

Castro, P., & Gómez, L. (2022). Concreto permeable: Diseño y propiedades fundamentales. Journal of Construction Technology, 10(1), 12-19.

Castillo Coque, N. A., & Velasco Caiza, J. R. (2023). Análisis de un hormigón permeable mediante la sustitución parcial del agregado grueso con material reciclado de Obra civil [bachelorThesis]. http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25105

Chachaque Jimenez, M. E., & Huisa Labra, K. J. (2024). Análisis de las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto permeable con porcelana usado como agregado fino. http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/7626

Contraloría General de la República. (2020). Informe sobre la gestión de residuos sólidos en Juliaca: Impacto ambiental de la actividad constructiva y demolición. https://www.contraloria.gob.pe/informes/juliaca_2020

Duque, S. V. (2021). Desempeño de un concreto permeable elaborado con agregados reciclados para aplicación en senderos de tráfico liviano. https://repository.eia.edu.co/entities/publication/b61e32b2-26cb-4715-9313-97a535247b00

Emanuel Ayala-López, J., Gil-Ahumada, E., Dolores Cornejo-Ramos, R., & Pedro Muñoz-Pérez, S. (2022, enero 1). Metodologías empleadas para la producción de concreto permeable usando parcialmente materiales reciclados como agregados: Una revisión literaria. EBSCOhost. https://doi.org/10.22430/22565337.2080

European Committee for Standardization. (2002). EN 12620: Especificación de áridos para concreto. CEN.

González, R., & Rodríguez, D. (2021). Impacto del agregado reciclado en la durabilidad y resistencia del concreto permeable. Materiales y Construcción, 18(3), 45-56.

Gutiérrez, A., Pérez, S., & Rodríguez, J. (2019). Durabilidad y resistencia a condiciones ambientales del concreto permeable. Revista de Tecnología de Materiales, 23(4), 88-97.

Hernández, R. (2018). Metodología de la investigación (6ª ed.). McGraw-Hill.

Hernández, V., & López, M. (2020). Estudio de la trabajabilidad del concreto permeable. Journal of Concrete Materials, 6(1), 72-79.

Hernandez Jara, D. A., & Figueroa Garcia, D. A. (2024). Diseño de mezcla sostenible para concreto permeable de f'c 175 kg/cm2 aplicado en veredas, con RSC como agregado grueso para reducir su impacto negativo en el medio ambiente en el distrito de Chilca, provincia de Cañete, departamento de Lima. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/674344

Huerta, D. E. (2023). Evaluación de eficiencia de remoción de zinc y níquel en solución del concreto permeable fabricado con agregados de concreto reciclado. https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/9797

Jiménez, R., García, T., & Pérez, J. (2024). Evaluación del uso de agregados reciclados en concreto en Piura. Revista Peruana de Construcción y Sostenibilidad, 20(1), 78-85.

López, F., & Méndez, J. (2022). Uso de agregado reciclado en concreto en Latinoamérica: Impacto y normativas. Revista de Innovación en la Construcción, 11(5), 120-130.

Machaca Iquiapaza, G. (2019). Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca. http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2714

Pérez, R., & Rodríguez, L. (2020). La sostenibilidad en la construcción: Uso de agregado reciclado en concreto. Construction and Environmental Sustainability Journal, 4(2), 13-23.

Pérez, J., & Hernández, S. (2022). Cerámico reciclado en la construcción: Alternativas sostenibles y su impacto. Revista de Construcción Sostenible, 14(3), 55-64.

Ramírez, M., González, C., & Martínez, J. (2021). Propiedades mecánicas del concreto con agregado reciclado y su aplicación en pavimentos urbanos. Revista Latinoamericana de Tecnología de Construcción, 30(2), 123-136.

Ramos Villanueva, J. M., & Jimenez Lerma, O. E. (2025). Reutilización del concreto proveniente de material demolido en el diseño de mezclas de concreto para la aplicación en canales – Tacna, 2024. Universidad Privada de Tacna. http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/4227

Rodríguez, D., Pérez, T., & Sánchez, M. (2021). Concreto permeable: Características y aplicaciones urbanas. Journal of Sustainable Building Materials, 5(3), 90-104.

Rojas Buitron, J. A., & Cuicapuza Nuñez, J. C. (2024). Propuesta de diseño de concreto permeable con agregados reciclados y adición de PET para su aplicación en un innovador sistema de drenaje de las ciclovías que presentan inundaciones en temporadas altas de lluvias en el Distrito de Piura—Provincia de Piura.

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/676266

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

Sampieri, H. (2019). Metodología de la investigación (7ª ed.). McGraw-Hill.

Silva, J., & Vargas, R. (2020). Evaluación de la resistencia del concreto con agregado reciclado. Construction Science and Engineering Journal, 9(4), 78-85.

Silva, P., Rocha, C., & Oliveira, M. (2019). Impacto ambiental de los residuos de construcción y demolición: Reemplazo de agregados naturales por reciclados. Revista Internacional de Ingeniería Ambiental, 12(4), 102-113.

Serres, C., López, M., & Martínez, E. (2015). Sostenibilidad en la construcción: Aplicación de agregados reciclados en concreto. Journal of Sustainable Development in Construction, 8(2), 45-55.

Tamayo, M. (2019). Métodos de investigación científica: Principios y aplicaciones. Editorial Universitaria.

Vite Rodríguez, S. G. (2025). Evaluación del desempeño de concreto permeable y retención de agua en suelos modificados con residuos de construcción y demolición. http://200.57.56.70:8080/xmlui/handle/231104/6118

Vásquez, A., & Mendoza, C. (2023). Impacto ambiental del concreto permeable: Beneficios de la infiltración de agua pluvial en áreas urbanas. Environmental Engineering Research, 17(6), 45-57.

Villalobos Romero, D. A. (2023). Evaluación de las propiedades de un concreto permeable utilizando residuos de construcción y demolición para su utilización en pavimentos especiales en el distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque, 2020. http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/6946

Zapata, J., Pérez, R., & López, A. (2021). Aditivos para mejorar la fluidez del concreto reciclado. Journal of Building Materials Science, 7(2), 103-110.

ANEXOS

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TITULO: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
Problema General: ¿Cuáles son las propiedades del concreto permeable modificado con sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en el distrito de Juliaca 2025?	**Objetivo General:** Evaluar las propiedades del concreto permeable modificado con sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en el distrito de Juliaca 2025.	**Hipótesis General:** Las propiedades del concreto permeable modificado mejorarán con la sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en el distrito de Juliaca 2025.	**Variable Independiente** Agregado Reciclado y Cerámico Reciclado. **Dimensiones:** •*Sustitución del agregado natural por agregado reciclado: 10%, 20%, y 30%.* •*Sustitución del agregado natural por cerámico reciclado: 5%, 10%, y 15%.* **Variable Dependiente** *Propiedades del Concreto Permeable.* **Dimensiones:** *Trabajabilidad (Slump)* *Resistencia a la Compresión* *Coeficiente de permeabilidad.*	Equipos de laboratorio Equipos de laboratorio.
Problemas Específicos	**Objetivos Específicos**	**Hipótesis Específicas**		
¿Cuál es el efecto de la sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en proporciones variables en la trabajabilidad de la mezcla de concreto permeable de f´c=175 kg/cm2 en el distrito de Juliaca? ¿Cuál es la influencia de la sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en proporciones variables en la resistencia a la compresión del concreto permeable de f´c=175 kg/cm2 en el distrito de Juliaca? ¿Cuál es la incidencia de la sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en proporciones variables en la permeabilidad del concreto permeable de f´c=175 kg/cm2 en el distrito de Juliaca?	Analizar el efecto de la sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en proporciones variables en la trabajabilidad de la mezcla de concreto permeable de f´c=175 kg/cm2 en el distrito de Juliaca. Determinar la influencia de la sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en proporciones variables en la resistencia a la compresión del concreto permeable de f´c=175 kg/cm2 en el distrito de Juliaca. Determinar la incidencia de la sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en proporciones variables en la permeabilidad del concreto permeable de f´c=175 kg/cm2 en el distrito de Juliaca.	1El efecto de la sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en proporciones variables mejorará la trabajabilidad de la mezcla de concreto permeable de f´c=175 kg/cm2 en el distrito de Juliaca. La influencia de la sustitución del agregado natural por agregado reciclado y cerámico reciclado en proporciones variables incrementará la resistencia a la compresión del concreto permeable de f´c=175 kg/cm2 en el distrito de Juliaca. La incidencia de la sustitución del agregado natural por de agregado reciclado y cerámico reciclado en proporciones variables mantendrá la permeabilidad del concreto permeable de f´c=175 kg/cm2 en el distrito de Juliaca.		

Anexo 2. Certificados de Calidad de Laboratorio

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	P.E. Y ABS. AG. FINO (NTP 400.021, ASTM C126, MTC E205) P.E. Y ABS. AG. GRUESO (NTP 400.022, ASTM C127, MTC E206)	Código	FRM_GR_EM_102-5
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 10

SOLICITANTE	: Sr. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	: 08/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON APLICACIÓN DE ADITIVOS ORGÁNICOS EN PORCENTAJES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	MUESTREADO POR	: M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	TIPO DE MATERIAL	
CANTERA	: ISLA	AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 13/10/2025

AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
3/8"	0	0.00	0.00	100.00
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	115.21	23.04	23.04	76.96
N° 16	75.32	15.06	38.11	61.89
N° 30	86.32	17.26	55.37	44.63
N° 50	86.32	17.26	72.63	27.37
N° 100	64.00	12.80	85.43	14.57
N° 200	15	3.00	88.43	11.57
FONDO	57.83	11.57	100.00	0.00
SUMA	500.00	100.00		
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico				
Mf = MODULO DE FINEZA		2.75		

Peso Especifico y Absorción Método del Picnómetro

A	-Peso de muestra secada al horno	487.32
B	-Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00
Wc	-Peso del picnómetro con agua	1312.44
W	-Peso del Pic. + muestra + agua	1623.78

PESO ESPECÍFICO

Wc+B = 1812 Wc+B-W = 189

$Pe = \frac{B}{Wc+B-W} = 2.65$ gr/cm3

ABSORCIÓN

B = 500.00 B-A = 12.68

$Abs = \frac{(B-A) \times 100}{A} = 2.60$ %

AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
2"	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00
1"	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	1375	39.29	39.29	60.71
1/4"	0	0.00	39.29	60.71
N° 4	2125	60.71	100.00	0.00
FONDO	0	0.00	100.00	0.00
SUMA	3500.00	70.00		
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico				

Peso Especifico y Absorción Método del Picnómetro

A	-Peso de muestra secada al horno	775.00
B	-Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00
Wc	-Peso del picnómetro con agua	1312.44
W	-Peso del Pic. + muestra + agua	1797.00

PESO ESPECÍFICO

Wc+B = 2112 Wc+B-W = 315

$Pe = \frac{B}{Wc+B-W} = 2.54$ gr/cm3

ABSORCIÓN

B = 800.00 B-A = 25.00

$Abs = \frac{(B-A) \times 100}{A} = 3.23$ %

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC TÉCNICO DE LABORATORIO	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC ESPECIALISTA	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PESOS UNITARIOS (NTP 400.017, ASTM C29, MTC E203)	Código	FRM_GR_EM_107
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 10

SOLICITANTE	: Sr. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	: 08/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON APLICACIÓN DE ADITIVOS ORGÁNICOS EN PORCENTAJES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	MUESTREADO POR	: M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	TIPO DE MATERIAL	
CANTERA	: ISLA	AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 13/10/2025

CONTENIDO DE HUMEDAD

AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
P.T. M. HUM	509.35	P.T. M. HUM	641.25
P.T.M. SECA	482.16	P.T.M. SECA	617.14
P.TARRO	43.25	P.TARRO	45.63
P AGUA	27.19	P AGUA	24.11
P.S.SECO	438.91	P.S.SECO	571.51
% HUMEDAD	6.19	% HUMEDAD	4.22

PESOS UNITARIOS

AGREGADO FINO				AGREGADO GRUESO			
SUELTO				SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE		PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
5900	1597	2722	1581	7175	1860	3524	1508
6050	1597	2722	1636	7190	1860	3524	1512
6100	1597	2722	1654	7195	1860	3524	1514
			1624				1512
VARILLADO				VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE		PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
6350	1597	2722	1746	7690	1860	3524	1654
6375	1597	2722	1755	7705	1860	3524	1659
6380	1597	2722	1757	7715	1860	3524	1661
			1753				1658

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 306695 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B°
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	DISEÑO DE MEZCLA F'c = 175 Kg./cm.² ACI R522R 10	Código	FRM_GR_EM_208
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 10

SOLICITANTE	: Sr. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	: 08/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON APLICACIÓN DE ADITIVOS ORGÁNICOS EN PORCENTAJES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	MUESTREADO POR	: M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	CONCRETO CONVENCIONAL	
CANTERA	: ISLA	FECHA EXPEDICIÓN	: 13/10/2025

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F'c = **175** Kg./cm.² a los 28 días
entonces la resistencia promedio F'cr = 245 Kg./cm.²

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 0"

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 :

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.54	2.65
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1658	1753
P.U. Suelto	1512	1624
% de Absorción	3.23	2.60
% de Humedad Natural	4.22	6.19
Modulo de Fineza	-	2.75

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

1. La relación agua cemento se obtiene de las tablas proporcionadas por el ACI 522: **0.30**
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un TMN: **3/4"** (19.05mm)
3. Contenido de vaciós: **USO N° 8** **Cv =** **20 %**
4. Determinación de volumen de pasta: = **0.198** Ligeramente compactado

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 303695 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	DISEÑO DE MEZCLA F'c = 175 Kg./cm.² ACI R522R 10	Código	FRM_GR_EM_201
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 10

SOLICITANTE	: Sr. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	: 08/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON APLICACIÓN DE ADITIVOS ORGÁNICOS EN PORCENTAJES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	MUESTREADO POR	: M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	CONCRETO CONVENCIONAL	
CANTERA	: ISLA	FECHA EXPEDICIÓN	: 13/10/2025

5. Cálculo de volúmenes

Vol. A. Grueso (Vag) = 1-(Vp+Cv)

Vol. A. Grueso (Vag) = 0.60

A. grueso = 937 kg

6. Cantidad de cemento

Cemento	=	300	kg
Volumen de cemento	=	0.095	m3
Cont. de Agua	=	96	kg
Vol. de Agua	=	0.096	m3
Volumen total de sólidos	=	0.191	m3

7. Considerando un Porcentaje de Finos

Porcentaje de Finos: 5 %

Vol. A. Grueso (Vag) = 0.536 Vol. A. Grueso (Vag): = 0.028

A grueso = 891 kg A. fino = 49 kg

Confirmar porcentajes de vacíos

20 % OK

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhondsan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	DISEÑO DE MEZCLA F'c = 175 Kg./cm.² ACI R522R 10	Código	FRM_GR_EM_201
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 10

SOLICITANTE	: Sr. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	: 08/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON APLICACIÓN DE ADITIVOS ORGÁNICOS EN PORCENTAJES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	MUESTREADO POR	: M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	CONCRETO CONVENCIONAL	
CANTERA	: ISLA	FECHA EXPEDICIÓN	: 13/10/2025

8. Corrección por absorción, humedad y aportes

Aporte A. Grueso	891	*	0.0323	=	28.78	
Aporte A. Fino	891	*	0.0333	=	29.67	
Total Aportes				=	58.450	
Agua Efectiva					1.3	lt/m3

Valores de diseño corregidos por humedad:

A Grueso Húmedo	49	*	0.0708	=	**3.469**	kg/m3
Agua		*		=	**92.8**	kg/cm3

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO	PROPORCIÓN EN VOLUMEN	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO
	(Kg/m3)	PESO SECO	(Kg/m3)
Cemento	300.00	1.00	300.00
Agua	96.00	0.32	67.00
Agreg. Grueso	891.00	2.97	918.00
Agreg. Fino	49.00	0.16	51.00
Aire	20.00 %		20.00 %

7.06 BOLSAS / m3 DE CEMENTO

* Se recomienda lavar la arena fina por tener un pasante de la malla n° 200 de 0.00 % de acuerdo a norm permitido es de 3%.

OBSERVACIONES:

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

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gamez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NTP 400.012, ASTM C136, MTC E204)	Código	FRM_GR_EM_101
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	6 de 10

SOLICITANTE	: Sr. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	: 08/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON APLICACIÓN DE ADITIVOS ORGÁNICOS EN PORCENTAJES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	MUESTREADO POR	: M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	AGREGADO GRUESO	
CANTERA	: ISLA	FECHA EXPEDICIÓN	: 13/10/2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso Inicial = 3500 gr.
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		Tamaño máx. nominal = 3/8"
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	100%T	OBSERVACIONES: -
3/8"	9.525	1375.00	39.29	39.29	60.71	85 - 100 %	
1/4"	6.350						
No4	4.760	2125.00	60.71	100.00	0.00	10 - 30 %	
BASE		0.00	0.00	100.0	0.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Inocacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NTP 400.012, ASTM C136, MTC E204)	Código	FRM_GR_EM_101
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	7 de 10

SOLICITANTE	: Sr. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	: 08/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON APLICACIÓN DE ADITIVOS ORGÁNICOS EN PORCENTAJES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	MUESTREADO POR	: M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	AGREGADO FINO	
CANTERA	: ISLA	FECHA EXPEDICIÓN	: 13/10/2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %
No8	2.380	115.21	23.04	23.04	76.96	80 - 100 %
No16	1.190	75.32	15.06	38.11	61.89	50 - 85 %
No30	0.590	86.32	17.26	55.37	44.63	25 - 60 %
No 50	0.300	86.32	17.26	72.63	27.37	10 - 30 %
No100	0.149	64.00	12.80	85.43	14.57	2-10%
No200	0.074	15.00	3.00	88.43	11.57	
BASE		57.83	11.57	100	0.00	
TOTAL		500.00	100.00			
% PERDIDA		11.57				

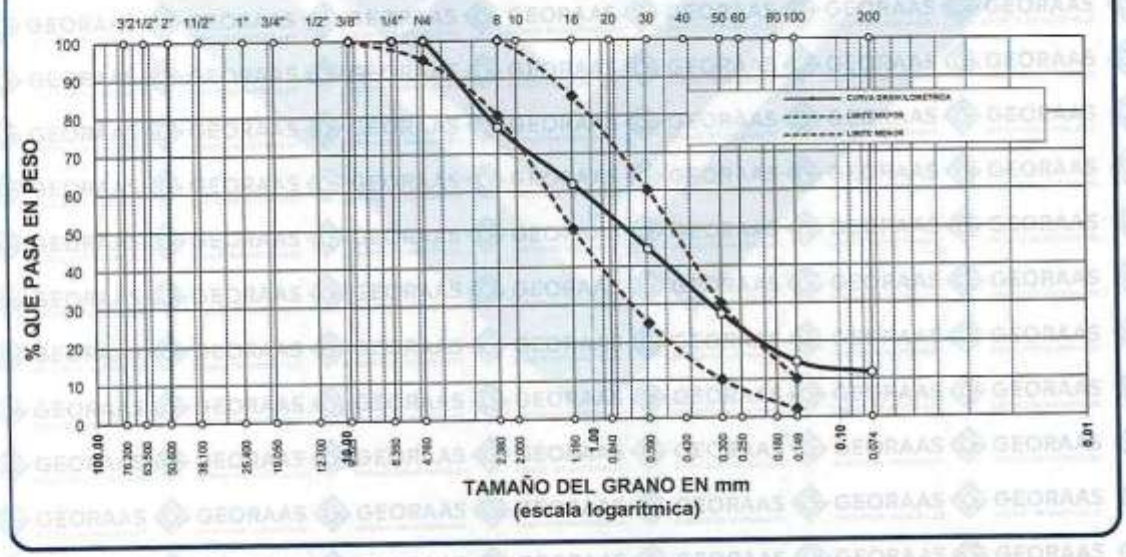
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Peso Inicial = 500 gr.

Módulo de Fineza = 2.75

OBSERVACIONES: -

CURVA GRANULOMÉTRICA AGREGADO FINO



OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PESOS UNITARIOS (NTP 400.017, ASTM C29, MTC E203)	Código	FRM_GR_EM_107
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	8 de 10

SOLICITANTE	: Sr. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	: 08/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON APLICACIÓN DE ADITIVOS ORGÁNICOS EN PORCENTAJES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	MUESTREADO POR	: M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	AGREGADO FINO	
CANTERA	: ISLA	FECHA EXPEDICIÓN	: 13/10/2025

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	1597 gr	1597 gr	1597 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2722 cm3	2722 cm3	2722 cm3
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	5900.00 gr	6050.00 gr	6100.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4303.00 gr	4453.00 gr	4503.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.581 gr/cm3	1.636 gr/cm3	1.654 gr/cm3
PROMEDIO		1.624 gr/cm3	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	1597 gr	1597 gr	1597 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2722 cm3	2722 cm3	2722 cm3
N° DE CAPAS	3	3	3
N° DE Ggolpes POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	6350.00 gr	6375.00 gr	6380.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	4753.00 gr	4778.00 gr	4783.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.746 gr/cm3	1.755 gr/cm3	1.757 gr/cm3
PROMEDIO		1.753 gr/cm3	

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gómez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B°
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PESOS UNITARIOS (NTP 400.017, ASTM C29, MTC E203)	Código	FRM_GR_EM_107
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	9 de 10

SOLICITANTE	: Sr. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	: 08/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON APLICACIÓN DE ADITIVOS ORGÁNICOS EN PORCENTAJES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	MUESTREADO POR	: M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	AGREGADO GRUESO	
CANTERA	: ISLA	FECHA EXPEDICIÓN	: 13/10/2025

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)

PESO DEL MOLDE	1860 gr	1860 gr	1860 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3524 cm3	3524 cm3	3524 cm3
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	7175.00 gr	7190.00 gr	7195.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	5315.00 gr	5330.00 gr	5335.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.508 gr/cm3	1.512 gr/cm3	1.514 gr/cm3
PROMEDIO		1.512 gr/cm3	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	1860 gr	1860 gr	1860 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3524 cm3	3524 cm3	3524 cm3
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	7690.00 gr	7705.00 gr	7715.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5830.00 gr	5845.00 gr	5855.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.654 gr/cm3	1.659 gr/cm3	1.661 gr/cm3
PROMEDIO		1.658 gr/cm3	

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS (NTP 339.185, ASTM C566, MTC E215)	Código	FRM_GR_EM_106
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	10 de 10

SOLICITANTE	: Sr. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	: 08/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON APLICACIÓN DE ADITIVOS ORGÁNICOS EN PORCENTAJES VARIABLES EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2025	MUESTREADO POR	: M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO	
CANTERA	: ISLA	FECHA EXPEDICIÓN	: 13/10/2025

AGREGADO FINO	
N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	509.35
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	482.16
PESO DEL TARRO (gr.)	43.25
PESO DE LAMUESTRA HUMEDA (gr.)	**466.10**
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	**438.91**
PESO DEL AGUA (gr.)	**27.19**
% HUMEDAD	**6.19**

AGREGADO GRUESO	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	641.25
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	617.14
PESO DEL TARRO (gr.)	45.63
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	**595.62**
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	**571.51**
PESO DEL AGUA (gr.)	**24.11**
% HUMEDAD	**4.22**

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B°
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PERMEABILIDAD	Código	ERM_GR_EM_X09
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 1

SOLICITANTE	Br. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	20/08/2025
PROYECTO	TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	CONCRETO CONVENCIONAL
UBICACIÓN	LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	10/10/2025

N°	DESCRIPCIÓN	Días	Diámetro de la muestra	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm2)	Área del cilindro de carga (cm2)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			ø	t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	CONCRETO C.	7	15.06	15	30.00	178.62	19.63	158.00	1.00	1.125	11.2534
2	CONCRETO C.	7	14.98	13	30.00	176.02	19.63	149.00	1.00	1.273	12.7333
3	CONCRETO C.	7	14.91	13	30.00	177.19	19.63	155.00	1.00	1.289	12.8939
										1.229	12.29

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm2)	Área del cilindro de carga (cm2)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			ø	t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	CONCRETO C.	14	14.94	15	30.00	176.62	19.63	161.00	1.00	1.130	11.30
2	CONCRETO C.	14	14.99	16	30.00	176.02	19.63	143.00	1.00	1.026	10.26
3	CONCRETO C.	14	14.79	15	30.00	177.19	19.63	158.00	1.00	1.122	11.22
										1.092	10.92

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm2)	Área del cilindro de carga (cm2)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			ø	t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	CONCRETO C.	28	15.06	15	30.00	178.62	19.63	156.00	1.00	1.123	11.23
2	CONCRETO C.	28	15.01	15	30.00	178.02	19.63	147.00	1.00	1.101	11.01
3	CONCRETO C.	28	14.97	16	30.00	177.19	19.63	163.00	1.00	1.058	10.58
										1.094	10.94

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PERMEABILIDAD	Código	FRM_GR_EM_209
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 7

SOLICITANTE	: Br. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	: 20/04/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	CONCRETO + 10% AGREGADO RECICLADO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 13/05/2025

N°	DESCRIPCIÓN	Días	Diámetro de la muestra	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm2)	Área del cilindro de carga (cm2)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			ø	t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	CONCRETO + 10% A.R.	7	15.06	12	30.00	178.62	19.63	158.00	1.00	1.407	14.0667
2	CONCRETO + 10% A.R.	7	14.98	13	30.00	176.02	19.63	149.00	1.00	1.273	12.7333
3	CONCRETO + 10% A.R.	7	14.91	12	30.00	177.19	19.63	155.00	1.00	1.397	13.9684
										1.359	13.59

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm2)	Área del cilindro de carga (cm2)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			ø	t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	CONCRETO + 10% A.R.	14	14.94	14	30.00	176.62	19.63	161.00	1.00	1.210	12.10
2	CONCRETO + 10% A.R.	14	14.99	13	30.00	178.02	19.63	143.00	1.00	1.263	12.63
3	CONCRETO + 10% A.R.	14	14.79	12	30.00	177.19	19.63	158.00	1.00	1.402	14.02
										1.292	12.92

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm2)	Área del cilindro de carga (cm2)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			ø	t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	CONCRETO + 10% A.R.	28	15.06	13	30.00	178.62	19.63	156.00	1.00	1.295	12.95
2	CONCRETO + 10% A.R.	28	15.01	12	30.00	178.02	19.63	147.00	1.00	1.376	13.76
3	CONCRETO + 10% A.R.	28	14.97	13	30.00	177.19	19.63	163.00	1.00	1.302	13.02
										1.324	13.24

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PERMEABILIDAD	Código	FRM_GR_EM_309
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 7

SOLICITANTE	: Br. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	20/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS		CONCRETO + 20% AGREGADO RECICLADO
		FECHA EXPEDICIÓN	13/10/2025

N°	DESCRIPCIÓN	Días	Diámetro de la muestra	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm2)	Área del cilindro de carga (cm2)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			Ø	t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	CONCRETO + 20% A.R.	7	15.06	11	30.00	178.62	19.63	158.00	1.00	1.535	15.3456
2	CONCRETO + 20% A.R.	7	14.98	11	30.00	178.02	19.63	149.00	1.00	1.505	15.0485
3	CONCRETO + 20% A.R.	7	14.91	11	30.00	177.19	19.63	155.00	1.00	1.524	15.2383
										1.521	15.21

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm2)	Área del cilindro de carga (cm2)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			Ø	t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	CONCRETO + 20% A.R.	14	14.94	12	30.00	176.62	19.63	161.00	1.00	1.412	14.12
2	CONCRETO + 20% A.R.	14	14.99	11	30.00	178.02	19.63	143.00	1.00	1.492	14.92
3	CONCRETO + 20% A.R.	14	14.79	12	30.00	177.19	19.63	158.00	1.00	1.402	14.02
										1.436	14.36

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm2)	Área del cilindro de carga (cm2)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			Ø	t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	CONCRETO + 20% A.R.	28	15.06	11	30.00	176.62	19.63	156.00	1.00	1.531	15.31
2	CONCRETO + 20% A.R.	28	15.01	11	30.00	178.02	19.63	147.00	1.00	1.501	15.01
3	CONCRETO + 20% A.R.	28	14.97	11	30.00	177.19	19.63	163.00	1.00	1.539	15.39
										1.524	15.24

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PERMEABILIDAD	Código	FRM_GR_EM_004
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 7

SOLICITANTE	Br. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	20/09/2025
PROYECTO	TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	LABORATORIO GEORAAS	CONCRETO + 30% AGREGADO RECICLADO	
		FECHA EXPEDICIÓN	13/10/2025

N°	DESCRIPCIÓN	Días	Diámetro de la muestra	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm2)	Área del cilindro de carga (cm2)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			Ø	t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	CONCRETO + 30% A.R.	7	15.06	10	30.00	178.62	19.63	158.00	1.00	1.688	16.8801
2	CONCRETO + 30% A.R.	7	14.98	9	30.00	178.02	19.63	149.00	1.00	1.839	18.3926
3	CONCRETO + 30% A.R.	7	14.91	10	30.00	177.19	19.63	155.00	1.00	1.676	16.7621
										1.734	17.34

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm2)	Área del cilindro de carga (cm2)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			Ø	t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	CONCRETO + 30% A.R.	14	14.94	10	30.00	176.62	19.63	161.00	1.00	1.694	16.94
2	CONCRETO + 30% A.R.	14	14.99	11	30.00	178.02	19.63	143.00	1.00	1.492	14.92
3	CONCRETO + 30% A.R.	14	14.79	10	30.00	177.19	19.63	158.00	1.00	1.683	16.83
										1.623	16.23

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm2)	Área del cilindro de carga (cm2)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			Ø	t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	CONCRETO + 30% A.R.	28	15.06	9	30.00	178.62	19.63	156.00	1.00	1.671	16.71
2	CONCRETO + 30% A.R.	28	15.01	9	30.00	178.02	19.63	147.00	1.00	1.834	18.34
3	CONCRETO + 30% A.R.	28	14.97	9	30.00	177.19	19.63	163.00	1.00	1.861	18.61
										1.862	18.62

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhuguitan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PERMEABILIDAD	Código	FRM_GR_EM_009
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 7

SOLICITANTE	: Br. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	: 30/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCION DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACION	: LABORATORIO GEORAAS		CONCRETO + 5% CERAMICO RECICLADO
		FECHA EXPEDICIÓN	: 10/10/2025

Nº	DESCRIPCIÓN	Días	Diámetro de la muestra	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm2)	Área del cilindro de carga (cm2)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			Ø	t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	CONCRETO + 5% C.R.	7	15.06	13	30.00	178.62	19.63	156.00	1.00	1.298	12.9847
2	CONCRETO + 5% C.R.	7	14.98	12	30.00	178.02	19.63	149.00	1.00	1.379	13.7044
3	CONCRETO + 5% C.R.	7	14.91	12	30.00	177.19	19.63	155.00	1.00	1.397	13.9684
										1.358	13.58

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm2)	Área del cilindro de carga (cm2)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			Ø	t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	CONCRETO + 5% C.R.	14	14.94	13	30.00	178.62	19.63	161.00	1.00	1.303	13.03
2	CONCRETO + 5% C.R.	14	14.99	12	30.00	178.02	19.63	143.00	1.00	1.368	13.68
3	CONCRETO + 5% C.R.	14	14.79	13	30.00	177.19	19.63	158.00	1.00	1.294	12.94
										1.322	13.22

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm2)	Área del cilindro de carga (cm2)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			Ø	t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	CONCRETO + 5% C.R.	28	15.06	12	30.00	178.62	19.63	156.00	1.00	1.403	14.03
2	CONCRETO + 5% C.R.	28	15.01	11	30.00	178.02	19.63	147.00	1.00	1.501	15.01
3	CONCRETO + 5% C.R.	28	14.97	12	30.00	177.19	19.63	163.00	1.00	1.411	14.11
										1.438	14.38

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhovatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERSALES	ENSAYO DE PERMEABILIDAD	Código	FRM_GR_EM_209
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	6 de 7

SOLICITANTE	: Br. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	25/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	CONCRETO + 10% CERAMICO RECICLADO	
		FECHA EXPEDICIÓN	13/10/2025

N°	DESCRIPCIÓN	Días	Diámetro de la muestra	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm2)	Área del cilindro de carga (cm2)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			ø	t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	CONCRETO + 10% C.R.	7	15.06	11	30.00	178.02	19.63	158.00	1.00	1.535	15.3455
2	CONCRETO + 10% C.R.	7	14.99	11	30.00	178.02	19.63	149.00	1.00	1.505	15.0485
3	CONCRETO + 10% C.R.	7	14.91	11	30.00	177.19	19.63	155.00	1.00	1.524	15.2383
										1.521	15.21

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm2)	Área del cilindro de carga (cm2)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			ø	t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	CONCRETO + 10% C.R.	14	14.94	12	30.00	176.62	19.63	161.00	1.00	1.412	14.12
2	CONCRETO + 10% C.R.	14	14.99	11	30.00	178.02	19.63	143.00	1.00	1.492	14.92
3	CONCRETO + 10% C.R.	14	14.79	11	30.00	177.19	19.63	158.00	1.00	1.530	15.30
										1.478	14.78

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm2)	Área del cilindro de carga (cm2)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			ø	t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	CONCRETO + 10% C.R.	28	15.06	10	30.00	176.62	19.63	156.00	1.00	1.684	16.84
2	CONCRETO + 10% C.R.	28	15.01	11	30.00	178.02	19.63	147.00	1.00	1.501	15.01
3	CONCRETO + 10% C.R.	28	14.97	10	30.00	177.19	19.63	163.00	1.00	1.693	16.93
										1.626	16.26

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PERMEABILIDAD	Código	FRM_GR_EM_209
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 1

SOLICITANTE	: Br. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	20/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCION DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	CONCRETO + 15% CERAMICO RECICLADO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 13/10/2025

N°	DESCRIPCIÓN	Días	Diámetro de la muestra	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm2)	Área del cilindro de carga (cm2)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			Ø	t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	CONCRETO + 15% C.R.	7	15.06	10	30.00	178.02	19.63	158.00	1.00	1.688	16.8801
2	CONCRETO + 15% C.R.	7	14.98	9	30.00	178.02	19.63	149.00	1.00	1.839	18.3928
3	CONCRETO + 15% C.R.	7	14.91	10	30.00	177.19	19.63	155.00	1.00	1.676	16.7621
										1.734	17.34

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm2)	Área del cilindro de carga (cm2)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			Ø	t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	CONCRETO + 15% C.R.	14	14.94	10	30.00	176.62	19.63	161.00	1.00	1.694	16.94
2	CONCRETO + 15% C.R.	14	14.99	10	30.00	178.02	19.63	143.00	1.00	1.642	16.42
3	CONCRETO + 15% C.R.	14	14.79	11	30.00	177.19	19.63	158.00	1.00	1.530	15.30
										1.622	16.22

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Días	Diámetro de la muestra	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm2)	Área del cilindro de carga (cm2)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
			Ø	t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	CONCRETO + 15% C.R.	28	15.06	9	30.00	178.02	19.63	156.00	1.00	1.871	18.71
2	CONCRETO + 15% C.R.	28	15.01	9	30.00	178.02	19.63	147.00	1.00	1.834	18.34
3	CONCRETO + 15% C.R.	28	14.97	9	30.00	177.19	19.63	163.00	1.00	1.881	18.81
										1.862	18.62

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034, ASTM C39, MTC E704)	Código	FRM_GR_EM_203
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 7

SOLICITANTE	: Sr. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	: 13/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	CONCRETO CONVENCIONAL	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 13/10/2025

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	CONCRETO CONVENCIONAL	21148	14.98	176.24	119.99	175	13/09/2025	20/09/2025	7	68.57
2	CONCRETO CONVENCIONAL	21205	14.98	176.24	120.32	175	13/09/2025	20/09/2025	7	68.75
3	CONCRETO CONVENCIONAL	21105	15.01	176.95	119.27	175	13/09/2025	20/09/2025	7	68.15
4	CONCRETO CONVENCIONAL	21212	14.98	176.24	120.36	175	13/09/2025	20/09/2025	7	68.77
5	CONCRETO CONVENCIONAL	21133	14.98	176.24	119.91	175	13/09/2025	20/09/2025	7	68.52
	Promedio De Rotura				119.97					68.55

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	CONCRETO CONVENCIONAL	25554	14.98	176.24	144.99	175	13/09/2025	27/09/2025	14	82.85
2	CONCRETO CONVENCIONAL	25398	14.98	176.24	144.11	175	13/09/2025	27/09/2025	14	82.35
3	CONCRETO CONVENCIONAL	25702	15.01	176.95	145.25	175	13/09/2025	27/09/2025	14	83.00
4	CONCRETO CONVENCIONAL	25468	15.01	176.95	143.93	175	13/09/2025	27/09/2025	14	82.24
5	CONCRETO CONVENCIONAL	25606	14.98	176.24	145.29	175	13/09/2025	27/09/2025	14	83.02
	Promedio De Rotura				144.71					82.69

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	CONCRETO CONVENCIONAL	31018	15.01	176.95	175.29	175	13/09/2025	11/10/2025	28	100.17
2	CONCRETO CONVENCIONAL	31207	15.01	176.95	176.36	175	13/09/2025	11/10/2025	28	100.78
3	CONCRETO CONVENCIONAL	31022	14.98	176.24	176.02	175	13/09/2025	11/10/2025	28	100.58
4	CONCRETO CONVENCIONAL	31002	14.98	176.24	175.90	175	13/09/2025	11/10/2025	28	100.52
5	CONCRETO CONVENCIONAL	31166	15.01	176.95	176.13	175	13/09/2025	11/10/2025	28	100.64
	Promedio De Rotura				175.94					100.54

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhoselan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308096 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034, ASTM C39, MTC E704)	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 7

SOLICITANTE	: Sr. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	: 13/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	C. + 10% AGREGADO RECICLADO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 13/10/2025

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	CONCRETO + 10% AGREGADO RECICLADO	19386	14.98	176.24	110.00	175	13/09/2025	20/09/2025	7	62.85
2	CONCRETO + 10% AGREGADO RECICLADO	19235	14.98	176.24	109.14	175	13/09/2025	20/09/2025	7	62.37
3	CONCRETO + 10% AGREGADO RECICLADO	19562	15.01	176.95	110.55	175	13/09/2025	20/09/2025	7	63.17
4	CONCRETO + 10% AGREGADO RECICLADO	19435	14.98	176.24	110.27	175	13/09/2025	20/09/2025	7	63.01
5	CONCRETO + 10% AGREGADO RECICLADO	19236	14.98	176.24	109.14	175	13/09/2025	20/09/2025	7	62.37
	Promedio De Rotura				109.82					62.75

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	CONCRETO + 10% AGREGADO RECICLADO	23792	14.98	176.24	135.00	175	13/09/2025	27/09/2025	14	77.14
2	CONCRETO + 10% AGREGADO RECICLADO	23696	14.98	176.24	134.45	175	13/09/2025	27/09/2025	14	76.83
3	CONCRETO + 10% AGREGADO RECICLADO	23806	15.01	176.95	134.54	175	13/09/2025	27/09/2025	14	76.88
4	CONCRETO + 10% AGREGADO RECICLADO	23748	15.01	176.95	134.21	175	13/09/2025	27/09/2025	14	76.69
5	CONCRETO + 10% AGREGADO RECICLADO	23733	14.98	176.24	134.66	175	13/09/2025	27/09/2025	14	76.95
	Promedio De Rotura				134.57					76.90

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	CONCRETO + 10% AGREGADO RECICLADO	29079	15.01	176.95	164.33	175	13/09/2025	11/10/2025	28	93.91
2	CONCRETO + 10% AGREGADO RECICLADO	29068	15.01	176.95	164.39	175	13/09/2025	11/10/2025	28	93.93
3	CONCRETO + 10% AGREGADO RECICLADO	29102	14.98	176.24	165.12	175	13/09/2025	11/10/2025	28	94.36
4	CONCRETO + 10% AGREGADO RECICLADO	29013	14.98	176.24	164.62	175	13/09/2025	11/10/2025	28	94.07
5	CONCRETO + 10% AGREGADO RECICLADO	29006	15.01	176.95	163.92	175	13/09/2025	11/10/2025	28	93.67
	Promedio De Rotura				164.48					93.99

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhordan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 303096 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034, ASTM C39, MTC E704)	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 7

SOLICITANTE	: Sr. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	: 13/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	C.+ 20% AGREGADO RECICLADO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 13/10/2025

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	CONCRETO + 20% AGREGADO RECICLADO	18505	14.98	176.24	105.00	175	13/09/2025	20/09/2025	7	60.00
2	CONCRETO + 20% AGREGADO RECICLADO	18602	14.98	176.24	105.55	175	13/09/2025	20/09/2025	7	60.31
3	CONCRETO + 20% AGREGADO RECICLADO	18468	15.01	176.95	104.37	175	13/09/2025	20/09/2025	7	59.64
4	CONCRETO + 20% AGREGADO RECICLADO	18598	14.98	176.24	105.52	175	13/09/2025	20/09/2025	7	60.30
5	CONCRETO + 20% AGREGADO RECICLADO	18633	14.98	176.24	105.72	175	13/09/2025	20/09/2025	7	60.41
	Promedio De Rotura				105.23					60.13

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	CONCRETO + 20% AGREGADO RECICLADO	22911	14.98	176.24	130.00	175	13/09/2025	27/09/2025	14	74.28
2	CONCRETO + 20% AGREGADO RECICLADO	22936	14.98	176.24	130.14	175	13/09/2025	27/09/2025	14	74.36
3	CONCRETO + 20% AGREGADO RECICLADO	22898	15.01	176.95	129.40	175	13/09/2025	27/09/2025	14	73.94
4	CONCRETO + 20% AGREGADO RECICLADO	22936	15.01	176.95	129.62	175	13/09/2025	27/09/2025	14	74.07
5	CONCRETO + 20% AGREGADO RECICLADO	22957	14.98	176.24	130.26	175	13/09/2025	27/09/2025	14	74.43
	Promedio De Rotura				129.88					74.22

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	CONCRETO + 20% AGREGADO RECICLADO	27845	15.01	176.95	157.36	175	13/09/2025	11/10/2025	28	89.92
2	CONCRETO + 20% AGREGADO RECICLADO	27906	15.01	176.95	157.71	175	13/09/2025	11/10/2025	28	90.12
3	CONCRETO + 20% AGREGADO RECICLADO	27796	14.98	176.24	157.71	175	13/09/2025	11/10/2025	28	90.12
4	CONCRETO + 20% AGREGADO RECICLADO	27933	14.98	176.24	158.49	175	13/09/2025	11/10/2025	28	90.57
5	CONCRETO + 20% AGREGADO RECICLADO	27921	15.01	176.95	157.79	175	13/09/2025	11/10/2025	28	90.17
	Promedio De Rotura				157.81					90.18

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhondlan Carlos Ticacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. "B" CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034, ASTM C39, MTC E704)	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 7

SOLICITANTE	: Sr. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	: 13/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	C. + 30% AGREGADO RECICLADO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 13/10/2025

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	CONCRETO + 30% AGREGADO RECICLADO	17271	14.98	176.24	98.00	175	13/09/2025	20/09/2025	7	56.00
2	CONCRETO + 30% AGREGADO RECICLADO	17306	14.98	176.24	98.19	175	13/09/2025	20/09/2025	7	56.11
3	CONCRETO + 30% AGREGADO RECICLADO	17106	15.01	176.95	96.67	175	13/09/2025	20/09/2025	7	55.24
4	CONCRETO + 30% AGREGADO RECICLADO	17355	14.98	176.24	98.47	175	13/09/2025	20/09/2025	7	56.27
5	CONCRETO + 30% AGREGADO RECICLADO	17299	14.98	176.24	98.15	175	13/09/2025	20/09/2025	7	56.09
	Promedio De Rotura				97.90					55.94

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	CONCRETO + 30% AGREGADO RECICLADO	21148	14.98	176.24	119.99	175	13/09/2025	27/09/2025	14	68.57
2	CONCRETO + 30% AGREGADO RECICLADO	21202	14.98	176.24	120.30	175	13/09/2025	27/09/2025	14	68.74
3	CONCRETO + 30% AGREGADO RECICLADO	21207	15.01	176.95	119.85	175	13/09/2025	27/09/2025	14	68.48
4	CONCRETO + 30% AGREGADO RECICLADO	21339	15.01	176.95	120.59	175	13/09/2025	27/09/2025	14	68.91
5	CONCRETO + 30% AGREGADO RECICLADO	21166	14.98	176.24	120.10	175	13/09/2025	27/09/2025	14	68.63
	Promedio De Rotura				120.17					68.67

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	CONCRETO + 30% AGREGADO RECICLADO	26436	15.01	176.95	149.40	175	13/09/2025	11/10/2025	28	85.37
2	CONCRETO + 30% AGREGADO RECICLADO	26503	15.01	176.95	149.78	175	13/09/2025	11/10/2025	28	85.59
3	CONCRETO + 30% AGREGADO RECICLADO	26377	14.98	176.24	149.66	175	13/09/2025	11/10/2025	28	85.52
4	CONCRETO + 30% AGREGADO RECICLADO	26512	14.98	176.24	150.43	175	13/09/2025	11/10/2025	28	85.96
5	CONCRETO + 30% AGREGADO RECICLADO	25986	15.01	176.95	146.85	175	13/09/2025	11/10/2025	28	83.92
	Promedio De Rotura				149.22					85.27

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 303696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034, ASTM C39, MTC E704)	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 7

SOLICITANTE	: Sr. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	: 13/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	C. + 5% CERÁMICO RECICLADO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 13/10/2025

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 + 5% CERÁMICO RECICLADO	22558	14.98	176.24	127.99	175	13/09/2025	20/09/2025	7	73.14
2	CONCRETO + 5% CERÁMICO RECICLADO	22602	14.98	176.24	128.24	175	13/09/2025	20/09/2025	7	73.28
3	CONCRETO + 5% CERÁMICO RECICLADO	22436	15.01	176.95	126.79	175	13/09/2025	20/09/2025	7	72.45
4	CONCRETO + 5% CERÁMICO RECICLADO	22306	14.98	176.24	126.56	175	13/09/2025	20/09/2025	7	72.32
5	CONCRETO + 5% CERÁMICO RECICLADO	22522	14.98	176.24	127.79	175	13/09/2025	20/09/2025	7	73.02
	Promedio De Rotura				127.48					72.84

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 + 5% CERÁMICO RECICLADO	26788	14.98	176.24	151.99	175	13/09/2025	27/09/2025	14	86.85
2	CONCRETO + 5% CERÁMICO RECICLADO	26766	14.98	176.24	151.87	175	13/09/2025	27/09/2025	14	86.78
3	CONCRETO + 5% CERÁMICO RECICLADO	26835	15.01	176.95	151.65	175	13/09/2025	27/09/2025	14	86.66
4	CONCRETO + 5% CERÁMICO RECICLADO	26698	15.01	176.95	150.88	175	13/09/2025	27/09/2025	14	86.22
5	CONCRETO + 5% CERÁMICO RECICLADO	26901	14.98	176.24	152.64	175	13/09/2025	27/09/2025	14	87.22
	Promedio De Rotura				151.81					86.75

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 + 5% CERÁMICO RECICLADO	31723	15.01	176.95	179.28	175	13/09/2025	11/10/2025	28	102.44
2	CONCRETO + 5% CERÁMICO RECICLADO	31880	15.01	176.95	180.16	175	13/09/2025	11/10/2025	28	102.95
3	CONCRETO + 5% CERÁMICO RECICLADO	32003	14.98	176.24	181.58	175	13/09/2025	11/10/2025	28	103.76
4	CONCRETO + 5% CERÁMICO RECICLADO	31806	14.98	176.24	180.47	175	13/09/2025	11/10/2025	28	103.12
5	CONCRETO + 5% CERÁMICO RECICLADO	31796	15.01	176.95	179.69	175	13/09/2025	11/10/2025	28	102.68
	Promedio De Rotura				180.24					102.99

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Marco Antonio Gómez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
ESPECIALISTA		UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034, ASTM C39, MTC E704)	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	6 de 7

SOLICITANTE	: Sr. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	: 13/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	C. + 10% CERAMICO RECICLADO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 13/10/2025

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	CONCRETO + 10% CERÁMICO RECICLADO	21677	14.98	176.24	122.99	175	13/09/2025	20/09/2025	7	70.28
2	CONCRETO + 10% CERÁMICO RECICLADO	21802	14.98	176.24	123.70	175	13/09/2025	20/09/2025	7	70.69
3	CONCRETO + 10% CERÁMICO RECICLADO	21563	15.01	176.95	121.86	175	13/09/2025	20/09/2025	7	69.63
4	CONCRETO + 10% CERÁMICO RECICLADO	21833	14.98	176.24	123.88	175	13/09/2025	20/09/2025	7	70.79
5	CONCRETO + 10% CERÁMICO RECICLADO	21869	14.98	176.24	124.08	175	13/09/2025	20/09/2025	7	70.91
	Promedio De Rotura				123.30					70.46

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	CONCRETO + 10% CERÁMICO RECICLADO	26083	14.98	176.24	147.99	175	13/09/2025	27/09/2025	14	84.57
2	CONCRETO + 10% CERÁMICO RECICLADO	26120	14.98	176.24	148.20	175	13/09/2025	27/09/2025	14	84.69
3	CONCRETO + 10% CERÁMICO RECICLADO	26337	15.01	176.95	148.84	175	13/09/2025	27/09/2025	14	85.05
4	CONCRETO + 10% CERÁMICO RECICLADO	26402	15.01	176.95	149.21	175	13/09/2025	27/09/2025	14	85.26
5	CONCRETO + 10% CERÁMICO RECICLADO	26471	14.98	176.24	150.20	175	13/09/2025	27/09/2025	14	85.83
	Promedio De Rotura				148.89					85.08

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	CONCRETO + 10% CERÁMICO RECICLADO	30842	15.01	176.95	174.30	175	13/09/2025	11/10/2025	28	99.60
2	CONCRETO + 10% CERÁMICO RECICLADO	30902	15.01	176.95	174.64	175	13/09/2025	11/10/2025	28	99.79
3	CONCRETO + 10% CERÁMICO RECICLADO	30733	14.98	176.24	174.38	175	13/09/2025	11/10/2025	28	99.64
4	CONCRETO + 10% CERÁMICO RECICLADO	31003	14.98	176.24	175.91	175	13/09/2025	11/10/2025	28	100.52
5	CONCRETO + 10% CERÁMICO RECICLADO	30798	15.01	176.95	174.05	175	13/09/2025	11/10/2025	28	99.46
	Promedio De Rotura				174.65					99.80

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Marco Antonio Gómez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
ESPECIALISTA	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034, ASTM C39, MTC E704)	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	7 de 7

SOLICITANTE	: Sr. MARCO TULIO PARI JACHO	FECHA MUESTREO	: 13/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: M. T. P. J.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	C.+ 15% CERAMICO RECICLADO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 13/10/2025

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 + 15% CERÁMICO RECICLADO	20443	14.98	176.24	115.99	175	13/09/2025	20/09/2025	7	66.28
2	CONCRETO + 15% CERÁMICO RECICLADO	20502	14.98	176.24	116.33	175	13/09/2025	20/09/2025	7	66.47
3	CONCRETO + 15% CERÁMICO RECICLADO	20603	15.01	176.95	116.43	175	13/09/2025	20/09/2025	7	66.53
4	CONCRETO + 15% CERÁMICO RECICLADO	20398	14.98	176.24	115.74	175	13/09/2025	20/09/2025	7	66.14
5	CONCRETO + 15% CERÁMICO RECICLADO	20822	14.98	176.24	118.14	175	13/09/2025	20/09/2025	7	67.51
	Promedio De Rotura				116.53					66.59

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 + 15% CERÁMICO RECICLADO	25026	14.98	176.24	142.00	175	13/09/2025	27/09/2025	14	81.14
2	CONCRETO + 15% CERÁMICO RECICLADO	25122	14.98	176.24	142.54	175	13/09/2025	27/09/2025	14	81.45
3	CONCRETO + 15% CERÁMICO RECICLADO	25003	15.01	176.95	141.30	175	13/09/2025	27/09/2025	14	80.74
4	CONCRETO + 15% CERÁMICO RECICLADO	25212	15.01	176.95	142.48	175	13/09/2025	27/09/2025	14	81.42
5	CONCRETO + 15% CERÁMICO RECICLADO	25101	14.98	176.24	142.42	175	13/09/2025	27/09/2025	14	81.38
	Promedio De Rotura				142.15					81.23

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 + 15% CERÁMICO RECICLADO	29960	15.01	176.95	169.31	175	13/09/2025	11/10/2025	28	96.75
2	CONCRETO + 15% CERÁMICO RECICLADO	29998	15.01	176.95	169.53	175	13/09/2025	11/10/2025	28	96.87
3	CONCRETO + 15% CERÁMICO RECICLADO	30021	14.98	176.24	170.34	175	13/09/2025	11/10/2025	28	97.34
4	CONCRETO + 15% CERÁMICO RECICLADO	29869	14.98	176.24	169.48	175	13/09/2025	11/10/2025	28	96.84
5	CONCRETO + 15% CERÁMICO RECICLADO	30098	15.01	176.95	170.09	175	13/09/2025	11/10/2025	28	97.20
	Promedio De Rotura				169.75					97.00

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	Marco Antonio Gómez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696	

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

Anexo 3. Panel fotográfico

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

Fotografía 1. Ensayo Granulometría.

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/



Fotografía 2. Tamizado de los agregados.



Fotografía 3. Caracterización de los agregados.



Fotografía 4. Contenido de humedad.



Fotografía 5. Procesamiento del agregado reciclado.



Fotografía 6. Preparación de la mezcla.



Fotografía 7. Asentamiento del concreto permeable.



Fotografía 8. Preparación de las probetas.



Fotografía 9. Curado de briquetas.



Fotografía 10. Ensayo de resistencia a compresión.



Fotografía 11. Preparación del permeámetro artesanal.



Fotografía 11. Ensayo de coeficiente de permeabilidad.



TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital [X] Fecha de entrega: 08-05-2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: MARCO TULIO PARI JACHO
Dirección: Jr. SINCHI ROCA
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 45459070
Teléfono: 991 814 326 email: parijachomarco@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: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:
Trabajo de Investigación [ ] Tesis [X] Trabajo de Suficiencia Profesional [ ] Trabajo Académico [ ]
Título: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE MODIFICADO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO NATURAL POR AGREGADO RECICLADO Y CERÁMICO RECICLADO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025
Palabras claves, (3 a 5 términos): CONCRETO PERMEABLE, TRABAJABILIDAD, RESISTENCIA A COMPRESIÓN, PERMEABILIDAD, AGREGADO RECICLADO, CERÁMICO RECICLADO
¿Esta obra se desarrolló en la UANCV [1, 2]?
1

[1] Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.
[2] Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

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 comérciales 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

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

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.

[X] Internacional

[ ] Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



08-05-2026

Firma de Autor | huella digital | Fecha

UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES JULIACA

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/