



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



**INCIDENCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE ELEMENTOS
ESTRUCTURALES EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA
PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JUAN EDWIN SALAS QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
INCIDENCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE ELEMENTOS
ESTRUCTURALES EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA
PROVINCIA DE SAN ROMÁN

TESIS PRESENTADA POR:
Bach. JUAN EDWIN SALAS QUISPE
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE : 
Dr. LEONEL SUASAGA PELINCO

PRIMER MIEMBRO : 
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO : 
Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS : 
Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 025-2025-D-FICP-UANCV

Juliaca, 30 de mayo de 2025

VISTOS:

El OFICIO N° 027-2025-D-EPIC-FICP-UANCV-J del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N° 1425-2023 de fecha 22 de diciembre de 2023 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**; y el trámite solicitado por el Bachiller en Ingeniería Civil y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **JUAN EDWIN SALAS QUISPE**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

• Presidente	:	Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
• 1er Miembro	:	Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
• 2do Miembro	:	Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
• Asesor	:	Dr. ARNALDO YANA TORRES

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **JUAN EDWIN SALAS QUISPE**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **INCIDENCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil** de acuerdo al siguiente detalle:

• FECHA	:	martes 03 de junio de 2025
• HORA	:	08:00 horas
• LUGAR	:	Aula 406 - FICP

ARTICULO SEGUNDO. La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

Cc:
Arch. 2025
Interrelato
Escuela Profesional

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

DECANO (e)
CIP. 32730

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

SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 70930



RESOLUCIÓN DECANAL N° 024 - 2025-D-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de mayo de 2025

VISTOS.-

El OFICIO N° 026-2025-D-EPIC-UANCV, del Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y el proveído del director de la unidad de investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, sobre el pedido de cambio de la sub comisión de evaluación del Trabajo de Investigación (Tesis), del (la) Bachiller: JUAN EDWIN SALAS QUISPE para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: INCIDENCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN, y;

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: JUAN EDWIN SALAS QUISPE; ha solicitado cambio del Presidente de la terna de la sub comisión de evaluación del Trabajo de Investigación (Tesis) titulada: INCIDENCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN aprobado con la RESOLUCIÓN DECANAL N° 1425-2023-D-FICP-UANCV de fecha 22 de diciembre de 2023; conformado por los siguientes Docentes:

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

Que, el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil ha tomado conocimiento que: el Presidente no tiene vínculo laboral en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por lo que ha determinado proceder con el sorteo para el cambio de la sub comisión de evaluación del Trabajo de Investigación (Tesis), conforme lo establece el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y.

Estando, al proveído de la Dirección de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el oficio del Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, mediante el cual informa la designación de (los) nuevo (s) Miembro (s) de la sub comisión de evaluación del proyecto de investigación; el (los) mismo que deberá actuar según el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - APROBAR, la REESTRUCTURACIÓN de la terna de la sub comisión de evaluación del Trabajo de Investigación (Tesis) presentado por el bachiller: JUAN EDWIN SALAS QUISPE, titulado: INCIDENCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, quedando la conformación de los jurados de la siguiente forma:

- ❖ Presidente : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- ❖ 1er. Miembro : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- ❖ 2do. Miembro : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ARTICULO SEGUNDO. Disponer a los miembros de la sub comisión de evaluación designados, dar continuidad al trámite de evaluación y calificación del proyecto de investigación, trabajo de investigación (tesis) o sustentación de tesis, según sea el caso que se encuentre cada expediente. Quedando válido en sus demás disposiciones la Resolución Decanal de aprobación de proyecto de investigación, que se mencionan en el considerando.

ARTICULO TERCERO. - Reconocer como ASESOR DE TESIS al docente ordinario, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al (a la) Dr. ARNALDO YANA TORRES.

ARTICULO CUARTO. La Dirección de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, el Secretario Académico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese

cc:
archivo 2025
informado (s)





"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1425-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 22 de diciembre de 2023

VISTOS:

El **INFORME N° 800-2023-D-UI-FICP-UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Civil, **INFORME N° 158-2023-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 067-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **24 de marzo de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **07 de diciembre de 2023** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **INCIDENCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **JUAN EDWIN SALAS QUISPE**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **INCIDENCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

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

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 508-2023, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **JUAN EDWIN SALAS QUISPE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES.**

ARTICULO TERCERO.- La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese,

cc:
archivo 2023
interesado (x)



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP/95631



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 067-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 24 de marzo de 2023

VISTOS:

El **INFORME N° 016-2023-D-UI-FICP.UANCV**, del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 176-2022-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 142-2022-UANCV-FICP-UI-CI-EPIC** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **22 de diciembre de 2022**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el tema titulado: **INCIDENCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **JUAN EDWIN SALAS QUISPE**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **INCIDENCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

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

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **INCIDENCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, correspondiente a la línea de investigación: **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, y;

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **JUAN EDWIN SALAS QUISPE**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

D. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531

cc.
archivo 2023
interesado (s)



INCIDENCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS


1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	6%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	link.springer.com Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
INCIDENCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	JUAN EDWIN SALAS QUISPE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	46665136
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-2642-6768
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
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 la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 59"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/G5jdYmJsJYkDYWD79</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2023 - Mayo 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03


 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURA Y APLICADAS
 UANCV
 DIRECTOR
 Dr. Fritz Willy Mamani Tapao
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JUAN EDWIN SALAS QUISPE, identificado con DNI Nro. 46665136, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

INCIDENCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO

PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 08 de julio del 2025

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mis padres, con profundo amor y gratitud dedico este trabajo a ustedes, pilares fundamentales de mi vida. Gracias por brindarme su apoyo incondicional, por creer en mí incluso en los momentos más difíciles y por enseñarme, con su ejemplo, el valor del esfuerzo, la perseverancia y la humildad.

Cada logro que hoy alcanzo es también suyo, porque han sido mi motor, mi guía y mi refugio. Su sacrificio silencioso y su amor inquebrantable han sido la luz que me ha acompañado en cada paso de este camino académico.

Este logro es tanto mío como de ustedes. Con todo mi corazón: gracias.



AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios Todopoderoso, fuente de sabiduría, fortaleza y esperanza. Sin Su guía divina, este logro no habría sido posible. En cada momento de incertidumbre, en cada noche de desvelo y en cada desafío enfrentado, sentí Su presencia alentadora, dándome fuerzas para continuar y fe para no rendirme.

Agradezco también a aquellas personas que fueron faros en mi camino: a mis docentes, por compartir su conocimiento con paciencia y dedicación; a mis asesores, por su orientación académica oportuna y sus valiosas observaciones que enriquecieron este trabajo; y a cada amigo o colega que, con palabras de aliento o gestos sinceros, contribuyó a mantenerme firme en esta meta.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	x
AGRADECIMIENTO	xi
ÍNDICE GENERAL	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT	xx
INTRODUCCIÓN.....	xxi

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática.....	23
1.2 Planteamiento del problema.....	25
1.2.1 Problema general	25
1.2.2 Problemas específicos.....	25
1.3 Objetivos de la investigación.....	25
1.3.1 Objetivo general	25
1.3.2 Objetivos específicos.....	25
1.4 Justificación de la investigación	26
1.4.1 Justificación técnica.....	26
1.4.2 Justificación económica.....	26
1.4.3 Justificación social.....	27
1.4.4 Justificación ambiental.....	27
1.5 Hipótesis de la investigación	28
1.5.1 Hipótesis general.....	28
1.5.2 Hipótesis específicas	28
1.6 Variables e indicadores.....	28
1.6.1 Variable independiente.....	28
1.6.2 Variable dependiente.....	28
1.7 Operacionalización de variables.....	28



CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación	30
2.1.1	<i>Antecedentes internacionales</i>	30
2.1.2	<i>Antecedentes nacionales</i>	32
2.1.3	<i>Antecedentes de ámbito local</i>	34
2.2	Bases teóricas	36
2.2.1	<i>Agregado reciclado</i>	36
2.2.2	<i>Concreto permeables</i>	48
2.2.3	<i>Propiedades mecánicas de los concretos</i>	60
2.3	Marco conceptual	63

CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Diseño de la investigación	65
3.2	Método de la investigación	66
3.3	Nivel y tipo de la investigación.	66
3.3.1	<i>Nivel de la investigación</i>	66
3.3.2	<i>Tipo de la investigación</i>	67
3.3.3	<i>Enfoque de la investigación</i>	68
3.4	Población y muestra	68
3.4.1	<i>Población</i>	68
3.4.2	<i>Muestra</i>	69
3.5	Técnicas e instrumentos de investigación para la recolección de datos	69
3.5.1	<i>Técnicas</i>	69
3.5.2	<i>Instrumentos</i>	70
3.6	Validación y confiabilidad del instrumento	71
3.6.1	<i>Validación</i>	71
3.6.2	<i>Confiabilidad</i>	71
3.7	Plan de recolección y procesamiento de datos	72
3.8	Procesamiento y análisis de datos	90



CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados obtenidos de los ensayos	92
4.1.1	<i>Diseño de mezcla de un concreto permeable $F_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$</i>	92
4.1.2	Asentamiento y permeabilidad	95
4.1.3	Resistencias a compresión en edades 7, 14 y 28 días.	101
4.2	Discusión de resultados	117
CONCLUSIONES		121
RECOMENDACIONES		123
REFERENCIAS		124
ANEXOS.....		128



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 19	<i>Cuadro de operacionalización de variables</i>	29
Tabla 2	<i>Contenido de humedad de agregado fino</i>	82
Tabla 3	<i>Contenido de humedad de agregado grueso</i>	82
Tabla 4	<i>Tamizado granulométrico agregado grueso</i>	83
Tabla 5	<i>Tamizado granulométrico agregado fino</i>	84
Tabla 6	<i>Pesos sueltos y compactados de agregados</i>	85
Tabla 7	<i>Resultados de laboratorio de los agregados</i>	92
Tabla 8	<i>Proporción de materiales para 175 kg/cm²</i>	93
Tabla 9	<i>Cantidad de material para concreto con agregado reciclado de 5%</i>	93
Tabla 10	<i>Cantidad de material para concreto con agregado reciclado de 9%</i>	94
Tabla 11	<i>Cantidad de material para concreto con agregado reciclado de 13%</i>	94
Tabla 12	<i>Cantidad de material por unidad de briqueta y cantidad requerida</i>	94
Tabla 13	<i>Asentamiento de diferentes muestras</i>	95
Tabla 14	<i>Permeabilidad a 7 días</i>	97
Tabla 15	<i>Permeabilidad a 14 días</i>	97
Tabla 16	<i>Permeabilidad a 28 días</i>	98
Tabla 17	<i>Resumen de permeabilidad en un concreto permeable a 7, 14 y 28 días de edad</i>	98
Tabla 18	<i>Esfuerzo alcanzado al ensayo de Resistencia a 7 días</i>	101
Tabla 19	<i>Esfuerzo alcanzado a compresión a los 14 días, F'C-175 kg/cm²</i>	102
Tabla 20	<i>Esfuerzo alcanzado a la compresión, F'C-175 kg/cm²</i>	103
Tabla 21	<i>Esfuerzo alcanzado a la compresión, M1- con 5% de agregado reciclado</i>	104
Tabla 22	<i>Esfuerzo alcanzado a la compresión, M2- con 9% de agregado reciclado</i>	105
Tabla 23	<i>Esfuerzo alcanzado a la compresión, M3- con 13% de agregado reciclado</i> ..	106
Tabla 24	<i>Resumen de esfuerzo alcanzado a la compresión con agregado recicl. a 7 días</i>	107
Tabla 25	<i>Esfuerzo alcanzado a la compresión, M1- con 5% de agregado reciclado</i>	108
Tabla 26	<i>Esfuerzo alcanzado a la compresión, M2- con 9% de agregado reciclado</i>	109
Tabla 27	<i>Esfuerzo alcanzado a la compresión, M3- con 13% de agregado reciclado</i> ..	110
Tabla 28	<i>Resumen de resistencias de concreto + agregado recicl. a 14 días</i>	111
Tabla 29	<i>Esfuerzo alcanzado a la compresión, M1- con 5% de agregado reciclado</i>	112
Tabla 30	<i>Esfuerzo alcanzado a la compresión, M2- con 9% de agregado reciclado</i>	113
Tabla 31	<i>Esfuerzo alcanzado a la compresión, M3- con 13% de agregado reciclado</i> ..	114



Tabla 32 Resistencias con agregado recicl. a 28 días requeridos para el curado.....	115
Tabla 33 Comparación de esfuerzos en edades diferentes y porcentajes de agregado reciclado	116



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Concreto Permeable</i>	49
Figura 2 <i>Estacionamiento con Concreto permeable</i>	52
Figura 3 <i>Pavimento con Concreto permeable</i>	53
Figura 4 <i>Roturas</i>	61
Figura 5 <i>Proceder de los agregados</i>	73
Figura 6 <i>Curva granulométrica de agregados gruesos</i>	83
Figura 7 <i>Curva granulométrica de agregados finos</i>	84
Figura 8 <i>Comparación de asentamiento</i>	95
Figura 9 <i>Comparación de asentamiento de diferentes muestras</i>	96
Figura 10 <i>Comparación de asentamientos</i>	96
Figura 11 <i>Permeabilidad a 7 días</i>	99
Figura 12 <i>Permeabilidad a 14 días</i>	100
Figura 13 <i>Permeabilidad a 28 días.</i>	100
Figura 14 <i>Esfuerzo alcanzado al ensayo de Resistencias a 7 días</i>	101
Figura 15 <i>Esfuerzo alcanzado a compresión a los 14 días.</i>	102
Figura 16 <i>Esfuerzo alcanzado a compresión a los 28 días</i>	103
Figura 17 <i>Esfuerzo alcanzado a la compresión, muestra con 5% de agregado reciclado</i>	104
Figura 18 <i>Esfuerzo alcanzado a la compresión, muestra con 9% de agregado reciclado</i>	105
Figura 19 <i>Esfuerzo alcanzado a la compresión, muestra con 13% de agregado reciclado</i>	106
Figura 20 <i>Esfuerzo alcanzado a los 7 días, con porcentajes diferentes de agregado reciclado</i>	107
Figura 21 <i>Esfuerzo alcanzado a la compresión, muestra con 5% de agregado reciclado</i>	108
Figura 22 <i>Esfuerzo alcanzado a la compresión, muestra con 9% de agregado reciclado</i>	109
Figura 23 <i>Esfuerzo alcanzado a la compresión, muestra con 13% de agregado reciclado</i>	110
Figura 24 <i>Esfuerzo alcanzado a los 14 días, con porcentajes diferentes de agregado reciclado</i>	111
Figura 25 <i>Esfuerzo alcanzado a la compresión, muestra con 5% de agregado reciclado</i>	112



Figura 26 <i>Esfuerzo alcanzado a la compresión, muestra con 9% de agregado reciclado</i>	113
Figura 27 <i>Esfuerzo alcanzado a la compresión, muestra con 13% de agregado reciclado</i>	114
Figura 28 <i>Esfuerzo alcanzado a los 28 días, con porcentajes diferentes de agregado reciclado</i>	115
Figura 29 <i>Análisis comparativo de resistencias obtenidos a 7, 14 y 28 días días</i>	116
Figura 30 <i>Comparación de la evolución resistencias a compresión en edades 7,14 y 28 días</i>	118



RESUMEN

En el presente estudio titulado "Influencia del uso de agregado reciclado proveniente de elementos estructurales en las propiedades mecánicas de un concreto permeable no estructural en la provincia de San Román", se planteó como objetivo principal examinar cómo la adición de agregado reciclado afecta el comportamiento de un concreto permeable destinado a fines no estructurales. La investigación adoptó una metodología de enfoque mixto, con predominancia del método cuantitativo, enmarcándose en un diseño experimental de tipo básico-aplicado. Los ensayos realizados evidenciaron que el asentamiento disminuye progresivamente a medida que se incrementa la proporción de agregado reciclado utilizado en la mezcla. En cuanto a la resistencia a la compresión, se observaron valores decrecientes conforme se incrementó el porcentaje de sustitución: a los 7 días de curado, las mezclas con 5%, 9% y 13% alcanzaron resistencias de 106.10 kg/cm², 101.21 kg/cm² y 90.88 kg/cm² respectivamente; a los 14 días, los valores fueron 149.75 kg/cm², 145.51 kg/cm² y 138.52 kg/cm²; y a los 28 días, se registraron 165.00 kg/cm², 160.69 kg/cm² y 155.96 kg/cm². Respecto a la permeabilidad, la mezcla patrón (sin agregado reciclado) mostró el mejor desempeño, alcanzando un valor de 1.30 cm/seg a los 7 días de curado. Esta condición se mantuvo como la más eficiente entre todas las variantes analizadas. Se concluye que el uso de agregado reciclado como sustituto parcial presenta una incidencia moderada en las propiedades del concreto permeable. Sin embargo, la proporción del 9% se identificó como óptima, al haber registrado el mejor resultado de resistencia a la compresión (166.00 kg/cm²) a los 28 días de curado, sin comprometer significativamente la permeabilidad del material.

Palabras Clave: Agregado reciclado, asentamiento, concreto permeable, resistencia a compresión, permeabilidad.



ABSTRACT

In this study entitled "Influence of the use of recycled aggregate from structural elements on the mechanical properties of non-structural permeable concrete in the province of San Román," the main objective was to examine how the addition of recycled aggregate affects the behavior of permeable concrete intended for non-structural purposes. The research adopted a mixed-method approach, with a predominance of the quantitative method, within a basic-applied experimental design. The tests carried out showed that settlement decreases progressively as the proportion of recycled aggregate used in the mixture increases. In terms of compressive strength, decreasing values were observed as the percentage of substitution increased: after 7 days of curing, the mixtures with 5%, 9%, and 13% reached strengths of 106.10 kg/cm², 101.21 kg/cm², and 90.88 kg/cm², respectively; after 14 days, the values were 149.75 kg/cm², 145.51 kg/cm², and 138.52 kg/cm²; and after 28 days, the values were 165.00 kg/cm², 160.69 kg/cm², and 155.96 kg/cm². In terms of permeability, the standard mixture (without recycled aggregate) showed the best performance, reaching a value of 1.30 cm/sec after 7 days of curing. This condition remained the most efficient among all the variants analyzed. It is concluded that the use of recycled aggregate as a partial substitute has a moderate impact on the properties of permeable concrete. However, the 9% proportion was identified as optimal, having recorded the best compressive strength result (166.00 kg/cm²) after 28 days of curing, without significantly compromising the permeability of the material.

Keywords: Recycled aggregate, slump, pervious concrete, compressive strength, permeability.



INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de crecimiento urbano y desarrollo sostenible, la construcción debe abordar el desafío de reducir su efecto negativo sobre el medio ambiente mediante el uso responsable de los recursos y la gestión adecuada de los residuos generados. Uno de los principales residuos de obras civiles son los elementos estructurales de concreto demolido, los cuales representan una carga ambiental considerable si no son reutilizados de manera eficiente. En este sentido, el uso de agregados reciclados obtenidos a partir de estructuras de concreto en desuso se presenta como una alternativa viable para la fabricación de nuevos materiales de construcción, promoviendo la economía circular y disminuyendo la extracción de áridos naturales.

Paralelamente, el concreto permeable ha cobrado relevancia como una solución constructiva que contribuye a la gestión sostenible del agua pluvial, al permitir la infiltración del agua hacia el subsuelo y reducir el riesgo de inundaciones urbanas. Sin embargo, su desempeño mecánico, en especial su resistencia compresiva, puede verse afectado por las características de los agregados utilizados, lo que plantea la necesidad de investigar el impacto de incorporar materiales reciclados en su composición.

La presente investigación pretende analizar la incidencia del empleo de agregados reciclados de elementos estructurales en la resistencia compresiva de un concreto permeable no estructural, elaborado y evaluado en condiciones propias de la provincia de San Román. Este estudio busca generar evidencia técnica que sustente el uso responsable de estos materiales alternativos, evaluando su viabilidad desde un enfoque experimental y aportando al desarrollo de soluciones constructivas más sostenibles, económicas y funcionales para el entorno urbano.

La presente tesis se organiza en cuatro capítulos que abordan de forma progresiva el desarrollo del estudio.



El Capítulo I expone la introducción a la investigación, donde se presenta la problemática que motiva el estudio, se formula el problema de investigación y se establecen los objetivos generales y específicos. Asimismo, se justifica la relevancia técnica, económica y social del trabajo, y se plantean las hipótesis que serán verificadas durante el proceso investigativo.

En el Capítulo II, se desarrolla la fundamentación teórica, que incluye los antecedentes de investigaciones similares, nacionales e internacionales, así como los conceptos, teorías y enfoques clave relacionados con el tema. Se incorpora además un marco conceptual con definiciones operativas que aseguran coherencia terminológica en todo el documento.

El Capítulo III detalla el diseño metodológico utilizado, describiendo el enfoque adoptado, las pruebas realizadas y los procedimientos de recolección y análisis de datos. Se especifican los materiales, instrumentos y condiciones de laboratorio utilizados, con el fin de garantizar la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Finalmente, el Capítulo IV presenta los resultados del estudio, su análisis e interpretación en función de los objetivos e hipótesis formuladas. Se discuten los hallazgos en relación con estudios previos, se formulan conclusiones y se proponen recomendaciones para futuras investigaciones. El capítulo se complementa con las referencias bibliográficas y anexos técnicos pertinentes.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

En la actualidad, el mercado de la construcción a nivel planetario enfrenta un creciente desafío ambiental asociado a la generación de residuos sólidos provenientes de demoliciones y remodelaciones de estructuras. Según datos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 2020), los desechos de construcción representan más del 30% de los desechos sólidos generados en el país, siendo los escombros de concreto uno de los principales componentes. Este fenómeno ha motivado a diversos países a promover políticas de reciclaje de materiales de construcción, dando lugar al desarrollo de concretos alternativos que empleen agregados reciclados, especialmente en obras no estructurales o de pavimentación urbana. Sin embargo, la incorporación de dichos materiales plantea interrogantes técnicas, como la variabilidad en la resistencia mecánica del concreto, especialmente cuando se combinan con tecnologías emergentes como el concreto permeable, el cual es cada vez más empleado por su capacidad de permitir la infiltración del agua y reducir la escorrentía superficial.

En el contexto nacional, el Perú no es ajeno a esta problemática. El crecimiento urbano acelerado y la expansión de obras públicas y privadas han generado un incremento en los volúmenes de residuos de construcción, muchos de los cuales no reciben un



tratamiento o disposición adecuados. A pesar de que el marco normativo promueve el manejo responsable de desechos de construcción, su implementación aún es limitada, y el aprovechamiento de agregados reciclados sigue siendo una práctica poco difundida. Además, la investigación científica y técnica sobre el uso de materiales reciclados en la formulación de concretos sigue siendo incipiente, especialmente en regiones fuera del eje central del país. En este escenario, explorar la incorporación de agregados reciclados provenientes de elementos estructurales demolidos en la producción de concreto permeable se convierte en una oportunidad para fomentar soluciones sostenibles, reducir el uso de áridos naturales y mejorar la gestión ambiental de los residuos de construcciones.

A nivel local, en la provincia de San Román, departamento de Puno, la problemática adquiere particular relevancia. Juliaca, su capital, es una ciudad en constante crecimiento urbano, caracterizada por procesos constructivos intensivos y un alto nivel de informalidad en la gestión de residuos sólidos. Es común observar grandes cantidades de escombros acumulados en espacios públicos o vertederos no autorizados, lo que representa un problema ambiental y social. Asimismo, la ciudad presenta serias deficiencias en el sistema de drenaje urbano, lo que genera inundaciones recurrentes durante las temporadas de lluvia.

En este contexto, la producción de concreto permeable con incorporación de agregados reciclados no solo ofrece una alternativa técnica y sostenible para la disposición de residuos de construcción, sino que también puede contribuir a mejorar las condiciones de infraestructura urbana frente a los desafíos climáticos y de gestión del agua. No obstante, aún existe un vacío técnico sobre el comportamiento mecánico de estos concretos reciclados, en especial respecto a su resistencia a la compresión, lo que justifica la necesidad de investigaciones aplicadas que proporcionen datos confiables para su implementación local.



1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la incidencia del empleo de agregado reciclado de elementos estructurales sobre la propiedad mecánica de un concreto permeable en la provincia de San Román?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cuál será el diseño de mezcla de un concreto permeable de $f'c=175$ kg/cm², según la caracterización física mecánica de los agregados a emplear?
2. ¿Cómo incide el empleo de agregado reciclado como sustituto de agregado grueso en proporciones de 5%, 9% y 13% sobre el asentamiento y la permeabilidad de un concreto permeable?
3. ¿Cómo incide el empleo de agregado reciclado como sustituto de agregado grueso en proporciones de 5%, 9% y 13% en la propiedad mecánica de un concreto de resistencia a la compresión $F'c=175$ kg/cm²?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar cuál es la incidencia del empleo de agregado reciclado de elementos estructurales sobre la propiedad mecánica de un concreto permeable en la provincia de San Román.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Elaborar el diseño de mezcla de un concreto permeable de $f'c=175$ kg/cm², según la caracterización física mecánica de los agregados a emplear.



2. Evaluar la incidencia del empleo de agregado reciclado como sustituto de agregado grueso en proporciones de 5, 9 y 13% sobre el asentamiento y la permeabilidad de un concreto permeable
3. Evaluar la incidencia del empleo de agregado reciclado como sustituto de agregado grueso en proporciones de 5,9 y 13% en la propiedad mecánica de un concreto de resistencia a la compresión $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación técnica

Desde el punto de vista técnico, esta investigación contribuye al desarrollo de nuevas alternativas constructivas mediante el uso de agregados reciclados provenientes de elementos estructurales demolidos en la elaboración de concreto permeable. La evaluación de su comportamiento, especialmente en términos de resistencia a la compresión, permite determinar su viabilidad como material de aplicación en obras no estructurales. Esta propuesta responde a la necesidad de innovar en tecnologías sostenibles sin comprometer la calidad ni la funcionalidad de los materiales de construcción. Además, genera conocimiento útil para profesionales del rubro que buscan opciones técnicas que integren sostenibilidad con eficiencia estructural, especialmente en zonas con recursos limitados como San Román.

1.4.2 Justificación económica

En términos económicos, el uso de agregados reciclados representa una alternativa de bajo costo frente a los áridos naturales, cuyo proceso de extracción, transporte y comercialización implica gastos significativos. Al aprovechar materiales disponibles localmente como los escombros de obras demolidas, se reducen los costos de producción del concreto, haciendo más accesibles las soluciones constructivas para sectores de bajos ingresos o proyectos públicos de bajo presupuesto. Esta práctica también puede dinamizar



pequeñas economías vinculadas al reciclaje y transformación de residuos de construcción, promoviendo un modelo productivo más circular y eficiente.

1.4.3 Justificación social

Socialmente, el estudio busca generar impacto al proponer soluciones sostenibles que puedan ser replicadas en zonas urbanas vulnerables, donde el acceso a materiales de construcción convencionales es limitado. Promover el uso de concreto permeable con agregados reciclados permite mejorar la infraestructura urbana, especialmente en la pavimentación de calles, veredas y áreas verdes, lo que repercute directamente en la calidad de vida de los ciudadanos. Asimismo, la generación de conocimiento técnico sobre el tema contribuye a la formación de conciencia en la comunidad profesional y estudiantil sobre la importancia de adoptar prácticas constructivas responsables y sostenibles.

1.4.4 Justificación ambiental

Desde el enfoque ambiental, esta investigación responde a la urgente necesidad de mitigar el impacto negativo de los residuos de construcción y demolición, los cuales constituyen un volumen significativo de desechos sólidos en contextos urbanos como Juliaca. Al reutilizar estos residuos como agregados para concreto, se reduce la presión sobre canteras naturales, se disminuye la generación de escombros y se evita la contaminación de suelos y cuerpos de agua. Además, el concreto permeable favorece la recarga de acuíferos y reduce la escorrentía superficial, contribuyendo a una mejor gestión hídrica en entornos urbanos propensos a inundaciones. De este modo, la investigación promueve una visión integral del desarrollo sostenible, articulando la innovación tecnológica con la protección del medio ambiente.



1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis general

La incidencia del empleo de agregado reciclado de elementos estructurales sobre la propiedad mecánica de un concreto permeable en la provincia de San Román será positiva.

1.5.2 Hipótesis específicas

1. El diseño de mezcla de un concreto permeable de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, según la caracterización física mecánica de los agregados de la Cantera será de respectivamente.
2. La incidencia del empleo de agregado reciclado como sustituto de agregado grueso en proporciones de 5,9 y 13% sobre el asentamiento y la permeabilidad de un concreto permeable mejorara las propiedades citadas.
3. La incide del empleo de agregado reciclado como sustituto de agregado grueso en proporciones de 5,9 y 13% en la propiedad mecánica de un concreto de resistencia a la compresión $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ será relativamente buena dándose un incremento en esta.

1.6 Variables e indicadores.

1.6.1 Variable independiente.

Agregado reciclado

1.6.2 Variable dependiente

Propiedad mecánica del concreto permeable

1.7 Operacionalización de variables.

Se presenta el siguiente cuadro de operacionalización de variables.



Tabla 1

Cuadro de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de medición
<p><u>Independiente</u></p> <p>AGREGADO RECICLADO</p>	<p>Son compuestos de gruesos y finos conseguidos a partir de concretos endurecidos que posteriormente fue reducido de tamaño y adicionado a la nueva mezcla juntamente al agregado natural (gravas y arenas)</p>	<p>La aplicación de agregado reciclado esta dado por su porcentaje y/o cantidad de adición sobre las mezclas de concretos.</p>	<p>Dosificación del agregado reciclado</p>	<p>Diseño de Mezclas</p> <p>Granulometría</p> <p>Contenido de humedad</p>	<p>Fichas de control (diseño de mezclas)</p>
<p><u>Dependiente</u></p> <p>PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO PERMEABLE</p>	<p>La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica más importante de un concreto.</p>	<p>Las resistencias esperadas a la compresión del concreto permeable.</p>	<p>Diseño de mezclas ACI</p> <p>Resistencia a la compresión</p>	<p>Esfuerzo a compresión (kg/cm²) a 7, 14 y 28 días</p>	<p>Equipos y herramientas de laboratorio</p>



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

De acuerdo con el estudio realizado por Mora (2017) titulado "Características mecánicas y de permeabilidad del concreto con agregado reciclado", se propuso investigar las formas en que varía la resistencia a la compresión y a la flexión del hormigón en función del porcentaje de áridos reciclados que se incorporan a la mezcla. La investigación se llevó a cabo empleando una metodología experimental, complementada con procesos descriptivos y aplicados, e incorporando tanto una revisión teórica como ensayos de laboratorio. El objetivo de estos experimentos era generar un hormigón que pudiera igualar o aproximarse al rendimiento mecánico del hormigón convencional. Para lograrlo, se utilizaron diversas cantidades de áridos reciclados en el hormigón. Según los resultados obtenidos, la integración de áridos reciclados al cien por cien, producidos a partir de hormigón demolido, produjo un aumento del cinco por ciento en la resistencia compresiva y una mejora del siete por ciento en la resistencia de flexión en comparación con el hormigón convencional. Según la conclusión del autor, es posible utilizar hormigón reciclado en nuevas mezclas, siempre que se realicen estudios previos de sus propiedades físicas y mecánicas. Esto convertiría al hormigón reciclado en una alternativa eficiente y



técnicamente viable, especialmente para aplicaciones como el hormigón permeable, que se encuadran dentro de los parámetros que definen los hormigones especiales.

Según Vera & Cuenca (2017) llevaron a cabo una investigación titulada "Investigación para la producción de concreto con base en concreto reciclado", cuyo propósito central fue evaluar la viabilidad técnica de fabricar concreto utilizando escombros provenientes de estructuras demolidas como materia prima. La investigación no solo se enfocó en el diagnóstico inicial del material reciclado, sino también en la ejecución de una fase experimental en la que se elaboraron elementos de prueba, tales como viguetas y cilindros, preparados con mezclas que incorporaban agregado reciclado como sustituto del convencional. Esta etapa experimental permitió someter las muestras a ensayos de resistencia a la compresión con el fin de determinar el comportamiento mecánico del nuevo concreto en condiciones controladas. El estudio adoptó un diseño metodológico de carácter experimental, orientado a establecer comparaciones entre concretos fabricados con agregados reciclados y aquellos elaborados con agregados naturales, tomando como referencia un diseño de mezcla con resistencia nominal de 50 MPa. Los resultados obtenidos en las pruebas mostraron que, tras 28 días de curado, el concreto reciclado alcanzó una resistencia de aproximadamente 30 MPa. Esta cifra representó una disminución considerable del rendimiento mecánico, equivalente a una reducción del 10% al 15% respecto al concreto convencional, lo que evidenció que la sustitución total del agregado natural por material reciclado afecta de forma significativa la resistencia a la compresión del concreto. A partir de estos hallazgos, los autores señalaron que, si bien el uso de agregados reciclados puede ser una alternativa viable desde el punto de vista ambiental y económico, su aplicación debe ser cuidadosamente estudiada, especialmente cuando se trata de diseños que requieren altas exigencias mecánicas. La incorporación total de agregados reciclados en nuevas mezclas de concreto no garantiza un comportamiento estructural equivalente al del concreto tradicional, por lo que se



recomienda limitar su uso a aplicaciones no estructurales o emplear proporciones parciales bajo criterios técnicos bien fundamentados.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Según Estela & Vásquez (2020) desarrollaron un estudio titulado "Impacto de la inclusión de partículas de caucho reciclado en concreto permeable, en la ciudad de Jaén – Cajamarca", cuyo propósito fue analizar el efecto que tiene la inclusión de caucho reciclado en el concreto poroso, haciendo énfasis en dos aspectos fundamentales: su resistencia a la compresión y su capacidad de permeabilidad. El enfoque metodológico adoptado fue de naturaleza experimental, lo que permitió manipular de manera directa la variable independiente las partículas de caucho reciclado incorporadas en distintas proporciones del 5%, 10% y 15% respecto al volumen total de la mezcla. Estas proporciones fueron aplicadas a diferentes dosificaciones de concreto poroso, con el objetivo de observar el comportamiento mecánico e hidráulico del material en distintos intervalos de tiempo. Los resultados revelaron que la permeabilidad aumentó de forma progresiva entre estos dos periodos de evaluación, alcanzando un incremento aproximado del 10%. Este comportamiento fue especialmente notable en las muestras que contenían una mayor proporción de caucho reciclado, siendo el concreto con un 15% de adición el que presentó los valores más altos de permeabilidad. A nivel estructural, la inclusión del caucho también tuvo un impacto aceptable sobre la resistencia, manteniéndose dentro de parámetros funcionales para aplicaciones no estructurales. En base a estos hallazgos, los autores concluyeron que el uso de partículas de caucho reciclado como componente del concreto poroso no solo es técnicamente viable, sino que además puede potenciar sus propiedades hidráulicas sin comprometer en exceso su desempeño mecánico. De esta manera, el estudio se alinea con las tendencias actuales de la construcción sostenible, al promover el uso de materiales reciclados como solución funcional, ecológica y adaptable para la infraestructura urbana, particularmente en zonas donde se requiere pavimento drenante o control de escorrentía pluvial.



Según Castillo & Trujillo (2020) desarrollaron un estudio titulado "Creación de concreto permeable con agregado de plástico reciclado para pavimentación en Pariacoto - Áncash", cuyo propósito fue evaluar el comportamiento del concreto permeable al incorporar residuos plásticos reciclados en su diseño de mezcla. El estudio se centró específicamente en dos variables fundamentales: la resistencia compresiva y el coeficiente de permeabilidad, aspectos claves para determinar la idoneidad del material en obras de pavimentación urbana que requieren simultáneamente capacidad hidráulica y durabilidad estructural. El enfoque metodológico fue de tipo aplicado, ya que se buscó aplicar conocimientos teóricos sobre materiales reciclados en condiciones reales de ensayo, a través del desarrollo de diseños de mezclas que incluyeran proporciones variables de plástico triturado. Estas mezclas fueron sometidas a pruebas de laboratorio orientadas a establecer parámetros de desempeño tanto mecánicos como hidráulicos. Los resultados del estudio indicaron que la mezcla que contenía un 75% de material plástico reciclado como sustituto parcial presentó una resistencia compresiva de 177 kg/cm^2 , superando incluso al concreto patrón, que alcanzó un valor de 170 kg/cm^2 . No obstante, se observó una ligera reducción en el coeficiente de permeabilidad, siendo este de 0.507 mm/seg en la mezcla patrón, lo cual sugiere que la adición de plástico tiende a disminuir la capacidad de infiltración del concreto, aunque sin comprometer significativamente su funcionalidad hidráulica en aplicaciones no estructurales. Otras proporciones evaluadas no mostraron un comportamiento óptimo ni en resistencia ni en permeabilidad, y por ello fueron descartadas como viables. En conclusión, el estudio establece que una proporción del 75% de material plástico reciclado en la mezcla representa el punto de equilibrio más adecuado entre resistencia mecánica y permeabilidad. Aunque se evidencia una leve disminución en el contenido de vacíos y, por tanto, en el coeficiente de permeabilidad, esta reducción no afecta de forma crítica el desempeño hidráulico general del concreto.



2.1.3 Antecedentes de ámbito local

Según Machaca (2020) llevó a cabo un estudio titulado “Valoración del concreto reciclado proveniente de demolición y construcción de viviendas para su uso en concreto simple en Juliaca”, con el objetivo principal de analizar la factibilidad de reutilizar agregados reciclados procedentes de estructuras demolidas en la elaboración de concreto simple. El estudio se desarrolló en un contexto urbano donde la generación de residuos de construcción y demolición representa una problemática creciente, por lo que se planteó la posibilidad de reincorporar dichos materiales en nuevas mezclas de concreto, evaluando su comportamiento mecánico y su compatibilidad con las condiciones constructivas locales. La metodología implementada fue de tipo experimental, permitiendo al investigador intervenir directamente en las variables del estudio. Los hallazgos más relevantes demostraron que la mezcla con un 5% de agregado reciclado alcanzó una resistencia de 188.45 kg/cm^2 , superando el valor de diseño previsto ($f'c$), lo que representa un incremento del 7.73% en comparación con el concreto patrón. Por otro lado, la muestra con 10% de adición alcanzó una resistencia de 175.08 kg/cm^2 , sin lograr cumplir con la resistencia requerida por el diseño estructural, lo que indica que un mayor porcentaje de sustitución puede comprometer el rendimiento del material. El concreto patrón, elaborado íntegramente con agregado natural, se mantuvo dentro del rango esperado, sin variaciones significativas. Como conclusión, el estudio evidenció que el uso de agregados reciclados derivados de procesos de demolición puede ser viable en la elaboración de concreto simple, siempre que su incorporación se limite a proporciones controladas. En este caso, el 5% de sustitución demostró ser óptimo, ya que no solo cumplió con los requisitos técnicos de resistencia, sino que también aportó una mejora en comparación con la mezcla convencional. Esta propuesta representa una alternativa técnica y ambientalmente favorable para el aprovechamiento de residuos de construcción en entornos urbanos como Juliaca, promoviendo la sostenibilidad en el sector construcción sin comprometer la calidad del material.



Según Condori (2016) desarrolló un estudio titulado "Incorporación de agregados reciclados en el concreto para edificaciones en Juliaca", cuyo propósito central fue examinar las propiedades de los agregados reciclados, con la finalidad de evaluar su aplicabilidad en la producción de concreto estructural. Además, la investigación buscó identificar proporciones adecuadas de reemplazo parcial de agregados naturales por reciclados que permitieran obtener concretos con niveles de resistencia aceptables para su uso en edificaciones. La metodología aplicada fue de carácter experimental con enfoque cuantitativo, lo que permitió realizar pruebas directas sobre muestras de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de sustitución. Se trabajó con diseños que buscaban alcanzar una resistencia nominal de 230 kg/cm^2 , utilizando como variable independiente el porcentaje de agregado reciclado y como variable dependiente la resistencia a la compresión. Los resultados evidenciaron que la combinación más favorable fue la mezcla que contenía 75% de agregado natural y 25% de agregado reciclado, alcanzando una resistencia promedio de 212.28 kg/cm^2 , valor que se aproxima considerablemente a la resistencia objetivo. Las demás proporciones evaluadas mostraron valores inferiores, por lo que no fueron consideradas técnicamente viables. El análisis también reveló diferencias significativas entre las propiedades de los agregados reciclados y los naturales, destacándose la superioridad de estos últimos en cuanto a calidad, homogeneidad y capacidad portante. En cuanto a las conclusiones, el autor sostiene que si bien los agregados reciclados presentan limitaciones en comparación con los naturales, su uso parcial puede ser viable en el diseño de concretos estructurales, siempre que se empleen en proporciones moderadas. Además, se sugiere que la adición de aditivos químicos específicos podría mejorar la adherencia y la compactación de las mezclas recicladas, lo que permitiría alcanzar o incluso superar los valores de resistencia originalmente establecidos en el diseño.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Agregado reciclado

Para Muñoz et. al. (2021) el cambio de agregados naturales por agregados reciclados. es un método alternativo que puede convertir el hormigón en un material con niveles reducidos de contaminantes asociados a su proceso de producción. Además, esta sustitución puede suponer un ahorro y una disminución de los costes de construcción.

Los agregados reciclados surgen como una alternativa sostenible y funcional dentro del campo de la construcción, fundamentalmente en el ámbito de la fabricación de concreto. Estos materiales están compuestos por partículas de distintos tamaños, tanto gruesas como finas, que se originan a partir del triturado de concreto previamente endurecido. Este concreto endurecido, que generalmente proviene de demoliciones, estructuras antiguas o residuos de obras, es sometido a un proceso mecánico de reducción granulométrica para ser reutilizado como parte de una nueva dosificación de concreto (Torres, 2024).

Una vez procesados, estos agregados reciclados son incorporados cuidadosamente a la nueva mezcla de concreto, en combinación con agregados naturales como la grava y la arena, además de los elementos tradicionales como el agua y los aditivos químicos que optimizan las propiedades del producto final. El propósito fundamental de esta integración es lograr que la mezcla obtenida presente características mecánicas y físicas que se asemejen, en la mayor medida posible, a las del concreto convencional, asegurando así su viabilidad estructural y funcional (Rojas & Cuicapuza, 2024).

Esta práctica no solo contribuye a la disminución del impacto ambiental al reducir el volumen de desechos de construcción, sino que también promueve un uso más eficiente de los recursos naturales, alineándose con principios modernos de ingeniería sostenible y economía circular. En este contexto, la reutilización de agregados reciclados representa una estrategia inteligente para afrontar los desafíos actuales de sostenibilidad en el sector

de la construcción, sin comprometer la calidad y el rendimiento del concreto elaborado (Rojas & Cuicapuza, 2024).

2.2.1.1. Propiedades de agregados reciclados

Los agregados reciclados, conocidos también como áridos reciclados, presentan una serie de atributos físicos fundamentales que influyen directamente en su desempeño y en su aptitud para ser usados en una variedad de aplicaciones en la industria constructiva. Estas propiedades son el resultado de la naturaleza del material de origen, su procesamiento previo y las condiciones de obtención, y constituyen parámetros clave al momento de evaluar su comportamiento estructural, mecánico y durabilidad en mezclas de concreto u otras soluciones constructivas (Hernandez & Figueroa, 2024).

Entre las principales propiedades físicas que deben analizarse se encuentra el tamaño de las partículas, que puede variar ampliamente debido a su origen heterogéneo, afectando la granulometría general del agregado. La forma de las partículas también es un factor relevante, ya que influye en trabajabilidad y compactación del concreto; estas partículas pueden ser angulosas, irregulares o presentar superficies rugosas debido al proceso de trituración (Hernandez & Figueroa, 2024).

Otro aspecto crucial es la textura superficial del árido reciclado. A diferencia de los agregados naturales, los reciclados suelen tener superficies más porosas y ásperas, lo que incide en su capacidad de adherencia con la pasta de cemento, y en algunos casos, puede mejorar la cohesión interna del concreto. Sin embargo, esta porosidad también conlleva una mayor capacidad de absorción de agua, lo que obliga a realizar ajustes en el diseño de la mezcla para evitar alteraciones en la relación a/c y, por ende, en la resistencia final del concreto.

Asimismo, es necesario evaluar la densidad aparente y la densidad real del material, ya que estas características tienen implicancia directa en la masa específica del concreto producido, así como en su resistencia y durabilidad. Otro aspecto importante es la resistencia del propio agregado reciclado ante cargas mecánicas, ya que su integridad



puede verse comprometida si proviene de estructuras deterioradas o sometidas a procesos agresivos (Hernandez & Figueroa, 2024).

Finalmente, es indispensable detectar y cuantificar la posible presencia de sustancias contaminantes o materiales indeseables, como restos de madera, yeso, plástico, metales o materia orgánica, que podrían afectar negativamente las propiedades del concreto endurecido o interferir en su fraguado.

En conjunto, todas estas propiedades físicas deben ser cuidadosamente analizadas mediante ensayos estandarizados antes de decidir la incorporación de los agregados reciclados en nuevos elementos constructivos, asegurando así la calidad, durabilidad y sostenibilidad de las obras donde serán empleados (Duque, 2021).

a) Granulometría de fineza.

Corral (2016) La granulometría se refiere a la cuantificación, expresada en porcentaje, de los diferentes tamaños de agregados presentes en una muestra. La proporción se muestra a menudo en un orden descendente de magnitud, indicando la extensión del porcentaje parcial de cada tamaño que pasó o fue retenido por los tamices requeridos utilizados para esta medición. Cuantificación.

El procedimiento de análisis granulométrico consiste en la tipificación de las partículas de un agregado según su tamaño, con el objetivo de establecer su distribución y determinar si cumplen con las especificaciones normativas para su uso en mezclas de concreto. Este proceso es fundamental tanto para agregados finos como gruesos, y se basa en la diferencia de masa retenida en una serie de tamices organizados en orden descendente de abertura (Duque, 2021).

Para el caso de los agregados finos, se aplica un sistema de tamizado progresivo utilizando una batería de mallas con aberturas normalizadas, tales como las correspondientes a la serie Tyler: N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100. Durante el ensayo, se registra el peso retenido en cada tamiz, lo que permite construir la curva granulométrica del material. Este análisis se ejecuta conforme a lo estipulado en la Norma

Técnica Peruana NTP 400.012 o en su equivalente internacional, la norma ASTM C33, ambas ampliamente reconocidas para la evaluación de agregados destinados a la elaboración de concretos (Duque, 2021).

En lo que respecta a los agregados gruesos, el procedimiento es similar, aunque se utilizan mallas con aberturas mayores, tales como $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100. Esta clasificación permite identificar si el material presenta una distribución granulométrica adecuada, ya sea continua o uniforme, lo cual es esencial para garantizar una correcta trabajabilidad, compactación y resistencia del concreto. La correcta selección y caracterización granulométrica de los agregados incide directamente en el desempeño mecánico y durabilidad de las mezclas cementicias (Duque, 2021).

b) Módulo de fineza.

Es un parámetro numérico utilizado para evaluar la granulometría de los agregados finos y representa un indicador promedio del tamaño de las partículas que lo componen. Este valor se calcula a partir de la suma acumulada de los porcentajes retenidos en una serie específica de tamices estandarizados, cuya abertura disminuye progresivamente según una secuencia establecida. Una vez obtenida esta sumatoria, se procede a dividirla entre 100, lo que proporciona un valor representativo del módulo (Duque, 2021).

La serie de tamices empleados para este cálculo sigue la norma ASTM y está compuesta por mallas de aberturas dobles entre sí, entre las que se encuentran las siguientes: ASTM N° 100, N° 50, N° 30, N° 16, N° 8, N° 4 y la malla de $\frac{3}{8}$ ". Estos tamices permiten realizar un análisis detallado de la distribución de tamaños de partícula presentes en la muestra del agregado fino (Ayala et al., 2022).

Un aspecto importante a considerar es que si el resultado del módulo de fineza presenta variaciones cercanas a ± 0.20 respecto al valor de referencia, se recomienda rechazar dicho agregado, ya que dicha desviación podría afectar la trabajabilidad, la dosificación y el desempeño general del concreto. En términos generales, se considera que el valor óptimo del módulo de fineza debe encontrarse dentro del rango de 2.3 a 3.1,

siendo este último el valor que indica una mayor proporción de partículas gruesas dentro del agregado fino. Un módulo de fineza dentro de estos márgenes asegura una buena combinación de partículas, lo que contribuye a mejorar la cohesión de la mezcla, reducir el contenido de vacíos y facilitar la consolidación del concreto durante su colocación (Ayala et al., 2022).

c) Peso unitario suelto.

También conocido como densidad aparente suelta, corresponde a la masa de un agregado por unidad de volumen, sin que este haya sido compactado ni sometido a procesos de consolidación. Su determinación se realiza mediante un procedimiento estandarizado que consiste en llenar un recipiente rígido de volumen conocido, cuyas dimensiones deben ser adecuadas al TMN de las partículas del agregado a evaluar (Ayala et al., 2022).

El método inicia con la colocación del agregado en el recipiente en estado suelto, es decir, sin aplicar golpes ni compactación durante el llenado. El material se deposita en el envase hasta que sobresalga levemente de los bordes, lo cual es parte del procedimiento para garantizar una distribución aleatoria. Luego, se procede a nivelar la superficie superior del agregado utilizando una regla metálica o varilla, retirando el exceso y dejando la muestra alineada con el borde del recipiente (Ayala et al., 2022).

Posteriormente, se pesa el conjunto del recipiente más el agregado, y se le resta el peso del recipiente vacío para obtener el peso neto del material contenido. Este valor se multiplica por un factor de conversión (f) en función del volumen del recipiente empleado, con el fin de determinar finalmente el peso unitario suelto, expresado comúnmente en kilogramos por metro cúbico (kg/m^3). Este parámetro es fundamental para calcular las proporciones de mezcla del concreto, ya que influye directamente en el diseño volumétrico de los componentes.

Cabe resaltar que este ensayo es regulado por normas técnicas como la ASTM C29/C29M o su equivalente nacional, y su correcta ejecución permite obtener información

esencial sobre la compacidad relativa del agregado en estado natural, sin compactación mecánica, siendo especialmente útil en el control de calidad y en el diseño de mezclas cementicias tanto estructurales como no estructurales (Rosales, 2024).

d) Peso unitario compactado.

El peso unitario compactado, también conocido como densidad aparente compactada, es una medida que refleja la masa de un agregado por unidad de volumen cuando este ha sido sometido a un proceso controlado de compactación. Este valor resulta fundamental en los diseños de mezclas de concretos, ya que permite determinar con mayor exactitud la cantidad de agregado necesaria para lograr una mezcla densa, estable y resistente (Rosales, 2024).

El procedimiento para determinar este parámetro consiste en llenar un recipiente estandarizado en tres capas sucesivas, asegurando una compactación homogénea en cada una de ellas. Para ello, se emplea una varilla metálica con punta semiesférica de 5/8 de pulgada de diámetro, la cual se utiliza para aplicar 25 golpes uniformemente distribuidos por cada capa. Este proceso de apisonamiento se realiza cuidadosamente para garantizar que el agregado se acomode adecuadamente y minimice los vacíos entre partículas, sin fracturarlas ni alterar sus propiedades físicas (Ayala et al., 2022).

Una vez completado el llenado y la compactación de las tres capas, se nivelará la superficie superior del agregado con una regla metálica o similar, eliminando cualquier exceso por encima del borde del recipiente. A continuación, se procede a pesar el recipiente lleno y se le resta el peso del recipiente vacío para obtener el peso neto del material compactado (Ayala et al., 2022).

Finalmente, este valor se multiplica por un factor de conversión (f), que depende del volumen del recipiente utilizado, para calcular el peso unitario compactado del agregado, generalmente expresado en kilogramos por metro cúbico (kg/m^3). Este parámetro se utiliza como referencia para determinar la densidad relativa del agregado en

estado compactado y, junto con el peso unitario suelto, ofrece una visión más completa del comportamiento del material en diferentes condiciones de manejo (Ayala et al., 2022).

Este ensayo es regulado por normativas técnicas como la ASTM C29/C29M y su equivalente nacional, y forma parte de los ensayos básicos de identificación de agregados, esenciales para asegurar la excelencia y estabilidad del concreto en aplicaciones tanto estructurales como no estructurales.

e) Peso específico.

El peso específico, también denominado gravedad específica relativa, es una propiedad fundamental de los agregados utilizada para evaluar la relación entre la masa del material sólido y la masa de un volumen igual de agua, a una temperatura determinada. Este parámetro es clave en el diseño y control de las mezclas de concreto, ya que permite la estimación con precisión las proporciones de los componentes, su densidad relativa y su comportamiento dentro de la mezcla (Rosales, 2024).

La determinación de este valor se encuentra normada bajo los lineamientos establecidos por la norma ASTM C128, que regula el procedimiento para agregados finos, mientras que su equivalente para agregados gruesos es la norma ASTM C127. En términos generales, el peso específico se expresa como un valor adimensional y puede presentarse en tres formas distintas, dependiendo de la condición del material:

- Peso específico aparente, que considera únicamente la masa sólida del agregado, excluyendo los poros permeables.
- Peso específico seco al horno (oven dry), que incluye el volumen total del agregado, incluyendo poros accesibles al agua, pero mide su masa después de haber sido completamente seco.
- Peso específico saturado superficialmente seco (SSS o SSD), que se basa en la condición en la cual los poros del agregado están llenos de agua, pero la superficie no presenta humedad libre.

Estos valores se calculan a través de ensayos controlados que implican la inmersión del agregado en agua y la medición de su masa bajo distintas condiciones, utilizando balanzas de alta precisión y siguiendo un protocolo de temperatura constante, normalmente cercana a los $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1.7\text{ }^{\circ}\text{C}$), para garantizar resultados estandarizados.

En el caso de los agregados convencionales utilizados en la industria del concreto, el peso específico suele localizarse en un rango típico de 2.500 a 2.750 kg/m^3 , dependiendo de su origen mineralógico y de sus características físicas internas, como la porosidad y la densidad del grano. Los valores que se alejan significativamente de este intervalo podrían indicar la presencia de materiales de baja calidad, excesivamente porosos o con impurezas.

Comprender y calcular correctamente el peso específico de los agregados no solo es esencial para la formulación de mezclas balanceadas, sino también para prever su comportamiento estructural, su capacidad de absorción y su dominio en la resistencia y durabilidad del concreto final.

f) Porcentaje de absorción.

El porcentaje de absorción es una propiedad física fundamental de los agregados, ya que permite cuantificar la capacidad que tienen las partículas del material para retener agua dentro de su estructura porosa. Este parámetro se determina mediante un procedimiento técnico que compara el cambio de masa del agregado antes y después de ser sometido a un proceso de secado controlado (Rosales, 2024).

En términos prácticos, este valor se obtiene evaluando la diferencia entre la masa del agregado en condición saturada con superficie seca (SSS) y su masa completamente seca al horno. Para ello, las muestras son inicialmente saturadas con agua hasta que todos los poros accesibles del material estén llenos, pero sin que haya exceso de agua libre en la superficie. Luego, se procede a secarlas durante un periodo aproximado de 24 horas, utilizando un horno cuya temperatura se mantiene constante en un rango de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, asegurando así una deshidratación completa sin alterar la estructura del agregado.

La fórmula que resulta de esta comparación expresa la cantidad de agua absorbida como un porcentaje respecto a la masa seca, y su valor ofrece información clave sobre el tipo de agregado evaluado. Por ejemplo, los agregados reciclados tienden a presentar mayores porcentajes de absorción debido a la porosidad generada por restos de mortero adherido o microfisuras propias del concreto triturado. En contraste, los agregados naturales suelen tener una estructura más compacta y, por tanto, menor absorción (Rosales, 2024).

Este dato es esencial para el ajuste preciso del contenido de agua en el diseño de mezclas de concreto, ya que una absorción no considerada podría alterar la relación a/c, afectando la trabajabilidad, resistencia y durabilidad del producto final. Por ello, la correcta determinación del porcentaje de absorción es un paso indispensable en la caracterización de materiales, especialmente cuando se trata de agregados reciclados, cuyo comportamiento difiere de los convencionales.

g) Contenido de humedad.

Durante el proceso de diseño y preparación de mezclas de hormigón, es fundamental tener en cuenta el contenido de humedad de los áridos. Esto se debe a que el contenido de humedad tiene un impacto directo en la relación agua-cemento, así como en la trabajabilidad del hormigón y, por lo tanto, en las cualidades mecánicas del producto acabado. Este atributo se suele representar como un porcentaje del peso seco del material y muestra la cantidad de agua que el agregado retiene en un punto determinado, ya sea en sus poros internos o adherida a su superficie. También se suele indicar como un porcentaje del peso seco del material (Espinoza & Rojas, 2022).

Este contenido se define en función del estado saturado con superficie seca (SSS), el cual representa una condición ideal en la que todos los poros accesibles del agregado están completamente llenos de agua, pero sin que exista humedad libre sobre su superficie. Cualquier valor por encima de esta condición indica que el agregado no solo está saturado internamente, sino que también lleva agua adicional adherida



superficialmente. En estos casos, dicho exceso de humedad será transferido a la mezcla de concreto, actuando como parte del agua total del sistema, lo que puede provocar un aumento en la fluidez o una reducción involuntaria en la resistencia final si no se ajusta adecuadamente (Espinoza & Rojas, 2022).

Por otro lado, si el agregado presenta un contenido de humedad inferior al punto de saturación, es decir, se encuentra parcialmente seco, este tenderá a absorber parte del agua de la mezcla durante el proceso de amasado. Esta absorción no deseada puede alterar significativamente las proporciones de diseño, dando como resultado una mezcla más seca y con menor trabajabilidad de la prevista (Espinoza & Rojas, 2022).

Por estas razones, es fundamental realizar una determinación precisa del contenido de humedad real del agregado en el momento exacto de su uso. Dependiendo de este valor, se deberán implementar los ajustes pertinentes en la cantidad de agua añadida al concreto para garantizar que se mantenga la proporción adecuada en la mezcla. Este procedimiento es especialmente importante cuando se trabaja con agregados reciclados, que por su naturaleza porosa y composición variable, suelen presentar niveles de absorción y retención de humedad más elevados que los agregados convencionales (Espinoza & Rojas, 2022).

El control del contenido de humedad no solo es un requerimiento técnico, sino una práctica imprescindible para asegurar la consistencia, resistencia y calidad final del concreto, y debe formar parte rutinaria del proceso de dosificación en cualquier obra o proyecto de construcción.

2.2.1.2. Propiedades mecánicas de los agregados reciclados

El comportamiento mecánico de los concretos elaborados con agregados reciclados (AR) constituye una de las áreas de mayor interés y análisis dentro de la ingeniería civil moderna, especialmente cuando se busca validar la viabilidad técnica de reemplazar total o parcialmente los agregados naturales por materiales recuperados. Estas propiedades mecánicas reflejan la capacidad del concreto reciclado para resistir esfuerzos

físicos, conservar su integridad estructural y desempeñarse adecuadamente bajo condiciones de carga (Arcila et al., 2022).

Una de las características más significativas en este contexto es la resistencia a la compresión del hormigón. La resistencia a la compresión es un indicador esencial del rendimiento estructural del hormigón, ya que evalúa la capacidad del material para soportar presiones que tienden a reducir su volumen. Las mediciones de esta resistencia se llevan a cabo en un entorno de laboratorio controlado, de acuerdo con normas técnicas predeterminadas. Esta resistencia es un parámetro estándar que se utiliza en el diseño y la evaluación de edificios de hormigón (Arcila et al., 2022).

a) Resistencia a la compresión.

Diversos investigadores, académicos y expertos en tecnología del concreto coinciden en señalar que, al sustituir los agregados naturales por agregados reciclados, se observa una tendencia general a la disminución de la resistencia a la compresión del material resultante, incluso cuando se mantiene constante la relación agua/cemento (a/c). Este comportamiento ha sido documentado en múltiples estudios experimentales, y se atribuye, en gran medida, a las características físicas y estructurales propias del agregado reciclado (Pardo, 2024).

Entre los factores que influyen en esta reducción se encuentran la mayor porosidad del AR, la presencia de mortero adherido, microfisuras internas generadas durante el proceso de trituración y el origen variable de los materiales reciclados, que pueden incluir fragmentos de concreto de distinta calidad. Todos estos elementos inciden en una menor compacidad del concreto endurecido y, por tanto, en su capacidad para resistir esfuerzos de compresión (Pardo, 2024).

Sin embargo, es importante señalar que esta pérdida de resistencia no siempre es crítica ni representa una limitación absoluta, ya que puede ser compensada mediante ajustes en el diseño de mezcla, uso de aditivos, selección adecuada de proporciones y control estricto del proceso de fabricación. Además, en muchas aplicaciones no

estructurales o de baja exigencia mecánica, el concreto con agregado reciclado ofrece un desempeño perfectamente aceptable, con el beneficio adicional de contribuir significativamente a la sostenibilidad ambiental de la construcción (Agurto, 2023).

Si bien la resistencia a la compresión del concreto con agregados reciclados suele ser inferior a la de un concreto convencional elaborado con agregados vírgenes, esta diferencia puede ser gestionada técnicamente para lograr un equilibrio entre rendimiento mecánico, eficiencia económica y responsabilidad ambiental. El conocimiento profundo de esta propiedad permite a los profesionales del rubro tomar decisiones informadas sobre su aplicabilidad en diversos contextos constructivos.

b) Módulo de elasticidad.

El módulo de elasticidad del hormigón, también conocido como módulo de elasticidad estático o módulo de Young, es una característica básica que define la capacidad del material para deformarse elásticamente en respuesta a la acción de las cargas que se le aplican. La rigidez del hormigón se mide mediante este parámetro, que puede expresarse en términos más sencillos como la resistencia del material a la deformación cuando se expone a cargas de compresión o tracción que se encuentran dentro del rango elástico (Benites, 2024).

En el caso particular del concreto que incorpora agregados reciclados (AR) como parte de su composición, diversos estudios e investigaciones científicas han evidenciado que esta propiedad tiende a experimentar una disminución significativa en comparación con el concreto tradicional que utiliza exclusivamente agregados naturales (como grava y arena vírgenes). Este comportamiento se explica por las peculiares características físicas y microestructurales del AR, principalmente debido a la presencia de mortero adherido a los fragmentos reciclados (Benites, 2024).

Dicho mortero residual, que queda unido a las partículas de concreto triturado durante el proceso de reciclaje, presenta una menor densidad, mayor porosidad y menor rigidez, lo que afecta directamente la capacidad del material para resistir deformaciones

elásticas. Como resultado, el concreto elaborado con agregados reciclados tiende a ser menos rígido y más deformable bajo carga, lo que se traduce en valores más bajos del módulo de elasticidad.

Además, esta reducción no solo depende del tipo de agregado reciclado utilizado, sino también del contenido de mortero adherido, la calidad del concreto original, la relación a/c de la nueva mezcla y el grado de compactación alcanzado durante la preparación. Cuanto mayor es la proporción de AR y mayor es la cantidad de mortero residual, más pronunciada será la disminución del módulo de elasticidad (Luque, 2022).

A pesar de esta aparente desventaja, es importante destacar que la incorporación de agregados reciclados no impide el uso del concreto en diversas aplicaciones. De hecho, en elementos estructurales donde las exigencias de rigidez no son críticas, o en soluciones no estructurales como pavimentos, muros de cerramiento o elementos prefabricados secundarios, este tipo de concreto puede funcionar adecuadamente.

Por lo tanto, comprender el comportamiento del módulo de elasticidad en concretos con agregados reciclados es esencial para ajustar los criterios de diseño estructural, garantizando así la seguridad, funcionalidad y durabilidad de la obra, al mismo tiempo que se promueve el uso de materiales más sostenibles y responsables con el medio ambiente (Luque, 2022).

2.2.2 Concreto permeables

También conocido como concreto poroso o drenante, es un tipo de mezcla especialmente formulada para facilitar la circulación del agua a través de su estructura, gracias a una red de poros interconectados. Este tipo de concreto se distingue de las mezclas tradicionales por su ausencia de asentamiento significativo (es decir, posee una consistencia muy rígida) y por presentar una alta proporción de vacíos en su masa total, lo cual le otorga una notable capacidad de infiltración (Hernandez & Figueroa, 2024).

Su composición básica incluye cemento Portland como aglomerante principal, acompañado predominantemente por agregado grueso generalmente de tamaño uniforme,

una pequeña fracción de agregado fino (o en algunas formulaciones incluso se omite), y una cantidad limitada de agua. Esta combinación da como resultado una mezcla que, al endurecer, forma un cuerpo sólido, rígido y estructuralmente estable, caracterizado por la presencia de una matriz de poros abiertos interconectados que se extienden a lo largo del material (Hernandez & Figueroa, 2024).

Dichos poros, que cumplen la función de canales internos, suelen tener diámetros variables en un rango de aproximadamente 2 a 8 milímetros, permitiendo que el agua fluya libremente a través de la masa del concreto, facilitando así el drenaje natural del terreno y evitando acumulaciones superficiales. Esta propiedad lo convierte en un material idóneo para proyectos donde se busca mejorar la gestión de aguas pluviales, como pavimentos urbanos, estacionamientos, aceras o zonas verdes (Vite, 2025).

Figura 1

Concreto Permeable



Nota. Los testistas

En términos técnicos, el porcentaje de vacíos presentes en este tipo de concreto puede variar típicamente entre un 15 % y un 35 % del volumen total, dependiendo de la

dosificación empleada y del tipo de agregado utilizado. Estas proporciones no solo condicionan su capacidad de infiltración, sino también su resistencia mecánica, que suele ser inferior a la del concreto convencional, pero aún así adecuada para aplicaciones de baja o media carga. Los valores de resistencia a la compresión pueden oscilar en un rango aproximado de 28 a 280 kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2), siendo este margen suficiente para satisfacer requerimientos estructurales en superficies con tráfico liviano o peatonal (Alcalde & Fernández, 2024).

Cabe destacar que el uso del concreto permeable no solo aporta beneficios funcionales en cuanto al manejo hidráulico superficial, sino que también representa una estrategia ambientalmente responsable. Al permitir que el agua se filtre hacia el subsuelo, este tipo de concreto contribuye a la recarga de acuíferos, reduce el riesgo de inundaciones urbanas, y disminuye el efecto de isla de calor, al mantener la superficie más fresca (Alcalde & Fernández, 2024).

2.2.2.1. Aplicaciones

El concreto permeable, por sus singulares características físicas y funcionales, ha demostrado ser una solución eficiente y sostenible para abordar diversos desafíos en el ámbito de la infraestructura urbana. Su capacidad para permitir la infiltración directa del agua de lluvia hacia el subsuelo, gracias a su estructura porosa interconectada, lo convierte en un material especialmente valioso en zonas donde se requiere mitigar los efectos de la escorrentía superficial.

Este tipo de concreto es ideal para ser utilizado en la pavimentación de superficies expuestas al tránsito tanto vehicular como peatonal, donde el flujo natural de agua —proveniente principalmente de precipitaciones— puede ser canalizado hacia el terreno sin necesidad de complejos sistemas de drenaje superficial. De este modo, se logra una reducción significativa del volumen de agua que circula por las calles, avenidas o aceras, disminuyendo el riesgo de inundaciones locales, la sobrecarga de redes pluviales, y la erosión del suelo (Barazorda, 2024).

Además, al facilitar la recarga de acuíferos y la regulación del ciclo hídrico urbano, el uso de concreto permeable contribuye positivamente a la sostenibilidad ambiental. Esta característica es especialmente útil en zonas urbanas densas donde la presencia de superficies impermeables ha alterado el equilibrio natural del drenaje pluvial.

Dentro de las principales aplicaciones en las que este tipo de concreto ha demostrado ser efectivo y funcional, se pueden mencionar:

- Estacionamientos públicos y privados, donde se busca evitar encharcamientos sin recurrir a costosos sistemas de alcantarillado.
- Aceras y veredas peatonales, promoviendo la seguridad y comodidad de los transeúntes, incluso en días de lluvia.
- Ciclovías y senderos ecológicos, donde se combina la funcionalidad estructural con un enfoque amigable con el medio ambiente.
- Calles de tráfico liviano o residencial, especialmente en urbanizaciones sostenibles o proyectos de diseño urbano ecológico.
- Áreas de parques, plazas y jardines públicos, donde se favorece la infiltración natural del agua hacia las raíces de la vegetación circundante.
- Rampas de acceso y caminos peatonales en centros comerciales, hospitales o instituciones educativas, integrando estética, seguridad y eficiencia hidráulica (Barazorda, 2024).

Este tipo de aplicación no solo cumple un requisito técnico, sino que también se ajusta a una estrategia urbanística contemporánea integral que tiene como objetivo lograr un equilibrio entre la expansión de las infraestructuras y la conservación del entorno natural, así como la gestión eficaz de los recursos hídricos.

Figura 2*Estacionamiento con Concreto permeable*

Nota. Busque de Google.

2.2.2.2. Ventajas y desventajas

El uso del concreto permeable ha cobrado gran relevancia en los últimos años debido a su notable versatilidad, su capacidad para adaptarse a entornos urbanos y su contribución a prácticas sostenibles dentro del sector de la construcción. A pesar de sus múltiples beneficios, también es importante reconocer ciertas limitaciones inherentes al material y su desempeño a lo largo del tiempo. A continuación, se presentan tanto sus principales ventajas como sus potenciales desventajas, las cuales deben considerarse cuidadosamente al momento de decidir su implementación en un proyecto determinado (Leguia, 2024).

Ventajas

El concreto permeable se emplea de manera generalizada en la construcción de superficies pavimentadas, tales como aceras, estacionamientos, vías de bajo tránsito y senderos peatonales, entre otros. Su empleo ofrece múltiples beneficios que pueden agruparse en tres grandes áreas: económicas, estructurales y ambientales (Gallegos, 2021).

- **Beneficio económico:** Una de sus mayores ventajas radica en el ahorro en infraestructura de drenaje, ya que al permitir la infiltración directa del agua hacia el subsuelo, se reduce considerablemente la necesidad de construir sistemas complejos de canalización pluvial. Esto implica una inversión inicial menor y, a largo plazo, una reducción en los costos de mantenimiento urbano.
- **Desempeño estructural adecuado:** Aunque presenta una menor resistencia en comparativa con el concreto convencional, su comportamiento es satisfactorio en aplicaciones no estructurales o de baja carga, garantizando estabilidad y funcionalidad cuando se emplea correctamente. Además, ofrece una superficie antideslizante, segura para peatones incluso en condiciones húmedas.
- **Ventajas ecológicas:** El concreto permeable contribuye significativamente al equilibrio ambiental, ya que favorece la recarga de acuíferos, reduce la escorrentía superficial y ayuda a controlar el impacto de las lluvias intensas en zonas urbanas. Asimismo, al minimizar los encharcamientos, contribuye a la prevención de Inundaciones y el mejoramiento de las características del agua, al permitir su filtrado natural a través del suelo (Gallegos, 2021).

Figura 3

Pavimento con Concreto permeable



Nota. Búsqueda de Google

Desventajas

Pese a sus múltiples beneficios, este tipo de concreto también presenta ciertas limitaciones operativas y de durabilidad que deben ser consideradas desde la fase de diseño y planificación.

- Reducción progresiva de su capacidad de drenaje: Con el paso del tiempo y el uso constante, los poros que caracterizan su estructura abierta pueden obstruirse debido a la acumulación de partículas finas, polvo, tierra o residuos sólidos. Esta obstrucción disminuye su capacidad de infiltración, lo que afecta negativamente su principal función hidráulica.
- Requiere mantenimiento periódico: Para preservar sus propiedades permeables, es indispensable realizar labores de mantenimiento preventivo, tales como limpieza por presión de agua o vacío mecánico. En entornos urbanos con alta carga de contaminantes o polvo, este mantenimiento debe ser más frecuente.
- Limitaciones estructurales: Su resistencia compresiva es más baja que la del concreto tradicional, por lo que no es ideal para áreas con alto volumen de tráfico o cargas elevadas sin refuerzos adicionales. Además, su instalación requiere mano de obra capacitada para asegurar una correcta dosificación, compactación y curado, lo que podría influir en el costo inicial (Gallegos, 2021).

2.2.2.3. Correcto funcionamiento

Conforme a las directrices establecidas por la norma ACI 522R-06, el correcto desempeño del concreto permeable tanto en lo hidráulico como en lo estructural depende en gran medida de una planificación rigurosa, un diseño adecuado del terreno y una correcta ejecución de la obra. Para garantizar que este tipo de pavimento cumpla eficientemente su función de permitir la infiltración de agua al subsuelo, es indispensable tomar en cuenta una serie de recomendaciones técnicas esenciales durante las etapas de diseño, construcción y mantenimiento (Hilares & Camacho, 2023).



- Evaluación previa de la capacidad de infiltración del suelo natural: Antes de proceder con la instalación del pavimento permeable, se recomienda realizar estudios específicos del coeficiente de permeabilidad del suelo, asegurando que este cuente con una capacidad mínima de 13 milímetros por hora (mm/h) de infiltración. Esta tasa garantiza que el terreno pueda absorber una cantidad razonable de agua sin generar acumulaciones o estancamientos. Asimismo, se sugiere que el espesor total del estrato de suelo permeable sea superior a 1.20 metros, lo que favorece la recarga hídrica. Sin embargo, es importante tener en cuenta que este sistema no siempre está diseñado para absorber caudales intensos o repentinos provenientes de corrientes fuertes como torrenteras, por lo cual se deben implementar soluciones complementarias de control hidráulico en dichos casos.
- Restricción de tránsito pesado y maquinaria: Uno de los aspectos fundamentales para conservar la eficiencia del sistema es evitar el tránsito de maquinaria pesada o vehículos de gran tonelaje sobre las superficies pavimentadas con concreto permeable, tanto durante la etapa de construcción como en su uso posterior. Este tipo de cargas puede provocar una compactación excesiva de las capas subyacentes, lo que reduce significativamente la conectividad entre poros y, en consecuencia, disminuye la capacidad de infiltración del agua.
- Condiciones previas a la puesta en servicio: Antes de habilitar el área para su uso definitivo, es imprescindible que el terreno que rodea o da pendiente al sistema haya sido compactado de manera uniforme y, en lo posible, estabilizado mediante cobertura vegetal u otros métodos técnicos que eviten la erosión. Este paso es crucial para evitar que la tierra suelta u otros residuos sean arrastrados hacia el sistema de vacíos del concreto permeable, obstruyéndolos con el tiempo.
- Restricciones de tránsito durante la construcción: Durante el proceso de construcción, es vital establecer zonas de acceso restringido para todo tipo de tránsito vehicular en el área destinada a recibir el pavimento permeable. Esta medida

busca preservar la estructura granular de las capas subyacentes, las cuales deben mantenerse lo más sueltas y abiertas posible para conservar su capacidad de drenaje. Cualquier compactación no prevista puede afectar la funcionalidad hidráulica del sistema.

- **Mantenimiento periódico y preventivo:** Uno de los desafíos más comunes del concreto permeable es la obstrucción progresiva de sus poros debido al depósito de polvo, sedimentos, hojas u otros materiales sólidos que son arrastrados por el agua o el viento. Por ello, es fundamental implementar un plan de mantenimiento continuo y sistemático, que incluya actividades como barrido, lavado a presión, succión mecánica o incluso tratamiento con aire comprimido. La frecuencia y tipo de mantenimiento dependerán del entorno específico y del nivel de exposición a agentes contaminantes.

La aplicación del concreto permeable no solo requiere de un adecuado diseño del material, sino también de una gestión integral del entorno en el que será implementado. El cumplimiento de estas recomendaciones no solo asegura el rendimiento hidráulico y la durabilidad del sistema, sino que también permite aprovechar al máximo sus beneficios ecológicos y funcionales en entornos urbanos y naturales (Hilares & Camacho, 2023).

2.2.2.4. Características de concreto permeables

El desempeño y la eficiencia del concreto permeable depende significativamente de una combinación precisa de factores físicos y mecánicos, principalmente relacionados con la granulometría del agregado, la calidad del cemento empleado y la resistencia que se desea alcanzar en función del uso previsto. Estas características no solo influyen en la capacidad de infiltración del agua, sino también en la durabilidad, estabilidad y resistencia del material bajo condiciones reales de servicio (Obregón, 2021).

A continuación, se detallan los principales parámetros que definen las propiedades técnicas del concreto permeable:

- Tamaño máximo del agregado grueso: 12,5 mm este valor hace referencia al mayor tamaño de partícula presente dentro del agregado utilizado. En el caso del concreto permeable, se selecciona un tamaño controlado para garantizar una adecuada formación de poros interconectados. El uso de un agregado grueso con este tamaño máximo permite mantener una estructura abierta que facilita el paso del agua a través del pavimento, sin comprometer su integridad estructural.
- TMN del agregado: 9,5 mm el tamaño nominal representa la dimensión predominante en la distribución granulométrica. En este tipo de concreto, un tamaño nominal de 9,5 mm contribuye a lograr un equilibrio adecuado entre resistencia mecánica y capacidad de drenaje, asegurando una mezcla homogénea que permita una correcta compactación y mantenimiento de los vacíos necesarios para la infiltración.
- Resistencia compresiva: de 105 a 175 kg/cm², el rango de resistencia que puede alcanzar el concreto permeable suele oscilar entre 105 y 175 kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm²), dependiendo de la proporción de los materiales utilizados, la calidad del curado y las condiciones de compactación. Si bien estos valores son menores que los del concreto convencional, son completamente adecuados para aplicaciones de tráfico liviano, como veredas, estacionamientos, zonas peatonales y ciclovías. Esta resistencia es suficiente para garantizar un uso seguro y eficiente en ambientes urbanos y residenciales.
- Uso de cemento hidráulico con puzolana (Tipo MP/A), la mezcla se refuerza con un cemento hidráulico modificado con adición puzolánica, clasificado como Tipo MP/A. Este tipo de cemento posee una excelente capacidad de reacción química con la cal liberada durante la hidratación del cemento, lo cual mejora la durabilidad del concreto, aumenta la resistencia a la acción de sulfatos y reduce la permeabilidad interna de la pasta de cemento. Además, la incorporación de puzolana favorece la sostenibilidad del material, ya que reduce el contenido de clínker y, por ende, las emisiones asociadas a su producción (Obregón, 2021).

La selección adecuada de los componentes físicos y químicos en la elaboración del concreto permeable es fundamental para alcanzar un producto funcional, resistente y duradero. Estos parámetros deben ser cuidadosamente ajustados según las condiciones ambientales, el tipo de carga esperada y los objetivos hidráulicos del proyecto. Al comprender estos elementos técnicos, los profesionales de la construcción pueden diseñar e implementar soluciones que respondan eficazmente a las necesidades de drenaje urbano sin sacrificar la calidad estructural ni la eficiencia ecológica (Obregón, 2021).

2.2.2.5. Propiedades mecánicas de concreto permeable

Las propiedades mecánicas del concreto permeable varían notablemente respecto al concreto convencional, especialmente por su composición particular y su objetivo principal: permitir el paso del agua a través de su estructura. Estas propiedades deben analizarse tanto en estado fresco como endurecido, ya que cada una tiene implicancias directas en la trabajabilidad, durabilidad, resistencia y funcionalidad hidráulica del material (Robles & Trujillano, 2024).

1. Asentamiento.

En el caso del concreto permeable, el ensayo de asentamiento tradicional usualmente empleado para evaluar la consistencia y fluidez del concreto fresco no es considerado un método adecuado para controlar la calidad de este tipo de mezcla. Esto se debe a que el diseño del concreto poroso responde a una dosificación específica y rígida, cuya composición no busca fluidez sino rigidez, con el fin de conservar los vacíos que permiten la filtración del agua.

Por ello, el resultado del asentamiento en este tipo de mezcla no aporta una información técnica relevante para el control de calidad ni para la aceptación en obra, y es tomado únicamente como un valor referencial, sin fines normativos o de ajuste de mezcla. En lugar de ello, se recomienda observar otros parámetros como la compactación, la distribución uniforme de vacíos y la facilidad de colocación (Robles & Trujillano, 2024).

2. Tiempo de fraguado.

El tiempo de fraguado del concreto permeable es decir, el lapso que transcurre desde la mezcla hasta que el concreto comienza y termina su endurecimiento inicial es un factor clave para lograr una colocación eficiente. Debido a la baja cantidad de agua presente en la mezcla, este tipo de concreto puede experimentar tiempos de fraguado más rápidos que los del concreto tradicional.

Para optimizar el proceso constructivo, se recomienda la incorporación de aditivos químicos especiales, como acelerantes o retardadores, dependiendo de las condiciones climáticas y del ritmo de colocación requerido. Estos aditivos permiten manejar adecuadamente el tiempo de trabajo sin comprometer la estabilidad de los vacíos ni la durabilidad del material (Robles & Trujillano, 2024).

3. Porosidad y contenido de vacíos.

Una de las características más distintivas del concreto permeable es su porosidad estructural, entendida como la proporción de vacíos interconectados dentro del material endurecido. Esta propiedad está directamente relacionada con la distribución del agregado grueso y la ausencia casi total de agregado fino, lo que permite formar canales de drenaje naturales dentro del concreto.

Para que un concreto pueda calificarse como "permeable", debe presentar un contenido de vacíos igual o superior al 15 % de su volumen total. Este porcentaje asegura que el material sea capaz de permitir el movimiento del agua de la superficie hacia el subsuelo, cumpliendo su función hidráulica sin comprometer su estabilidad física (Robles & Trujillano, 2024).

4. Permeabilidad

La permeabilidad hidráulica del concreto es decir, su capacidad para permitir el paso de fluidos a través de su masa está determinada por múltiples factores, entre ellos:

- La proporción de los materiales en la mezcla (especialmente el tipo y tamaño de los agregados),
- La cantidad de vacíos creados intencionadamente,
- El método de colocación, y
- El grado de compactación aplicado en obra.

Cabe destacar que una compactación excesiva o mal ejecutada puede resultar contraproducente, ya que tiende a cerrar los poros conectados que se han formado durante la mezcla, reduciendo drásticamente la capacidad de drenaje del concreto. Por este motivo, es fundamental aplicar técnicas de compactación específicas para concreto permeable, que aseguren la estabilidad estructural sin obstruir la red de vacíos que garantiza la filtración.

El comportamiento mecánico del concreto permeable está intrínsecamente vinculado a su estructura interna y al propósito hidráulico para el cual ha sido diseñado. Aunque su resistencia no alcanza los niveles del concreto convencional, sus propiedades de porosidad, tiempo de fraguado controlado y alta permeabilidad lo convierten en una alternativa viable, funcional y ambientalmente responsable para aplicaciones urbanas, siempre y cuando se respeten sus requerimientos técnicos de diseño, ejecución y mantenimiento (Robles & Trujillano, 2024).

2.2.3 Propiedades mecánicas de los concretos

El concreto, como material estructural ampliamente utilizado en la ingeniería civil, posee diversas propiedades mecánicas fundamentales que determinan su desempeño bajo diferentes tipos de solicitaciones. Estas propiedades son esenciales para evaluar su comportamiento en estructuras reales y son obtenidas mediante ensayos normados en laboratorio.

2.2.3.1. Resistencia a la compresión

Es la propiedad mecánica más representativa del concreto, ya que mide su capacidad para soportar cargas que tienden a reducir su volumen. Para determinar esta resistencia se elaboran briquetas o probetas cilíndricas, las cuales son sometidas a un proceso de curado controlado durante 28 días, conforme a las especificaciones técnicas estándar. Este período permite alcanzar una madurez del material suficiente como para reflejar su comportamiento real en obra.

En la investigación referida, se utilizaron dos tipos de especímenes:

- Briquetas normales, fabricadas con una mezcla estándar sin elementos adicionales.
- Briquetas reforzadas, que contienen aditivos o materiales complementarios diseñados para mejorar sus propiedades mecánicas.

Figura 4

Roturas



Nota. Búsqueda Google

Ambos tipos de briquetas fueron evaluados mediante ensayos de compresión uniaxial, aplicando carga axial progresiva hasta la ruptura. Los resultados permitieron comparar los niveles de resistencia alcanzados por cada tipo de muestra, así como interpretar las variaciones entre ambas. Este análisis resulta clave para identificar mejoras

potenciales en el diseño de mezclas y seleccionar los materiales más adecuados para cada aplicación estructural.

2.2.3.2. Resistencia a la ductilidad

La ductilidad es una característica mecánica que refleja la capacidad de un material para experimentar deformaciones importantes sin fallar, particularmente más allá del límite elástico, cuando ya no existe proporcionalidad entre carga y deformación. En estructuras de concreto, esta característica se traduce en la habilidad de absorber energía sísmica o dinámica sin colapsar de manera súbita, lo que se considera un criterio esencial en el diseño sismo-resistente (Arcos, 2022).

Una estructura con alta ductilidad no solo resiste cargas mayores, sino que proporciona tiempo suficiente para evacuar o intervenir antes del colapso. Por ello, al evaluar la resistencia a la ductilidad, se busca conocer cómo se comporta el concreto y la estructura en su conjunto frente a cargas extremas, determinando su capacidad de redistribuir esfuerzos internos mediante deformaciones controladas.

Esta propiedad tiene implicaciones directas en el diseño estructural moderno, ya que permite tomar decisiones informadas sobre la configuración geométrica, el refuerzo estructural, y la selección de materiales que garanticen un comportamiento dúctil, especialmente en zonas de alta sismicidad (González et al., 2024).

2.2.3.3. Resistencia a flexión

La resistencia a la flexión es otro parámetro mecánico clave, el cual refleja la capacidad del concreto para resistir fuerzas que tienden a doblarlo o curvarlo, como ocurre en vigas, losas y elementos horizontales. Para determinar esta propiedad, se realiza un ensayo de flexión utilizando una probeta prismática (generalmente con forma de viga), apoyada en sus extremos de manera simple, sobre la cual se aplican cargas puntuales

ubicadas a un tercio de la longitud desde cada extremo, generando un momento flector en la zona central (Cornejo, 2023).

Durante el ensayo, se registra la carga máxima soportada por la probeta antes de su falla por tracción en la fibra inferior. Se asume una distribución lineal de esfuerzos internos, lo que permite calcular el módulo de ruptura o resistencia a la flexión. Esta propiedad es particularmente importante en elementos sometidos a esfuerzos de tracción indirecta, donde el concreto tiende a presentar fisuras o fallas por flexión antes de alcanzar su resistencia a la compresión. Por lo tanto, conocer este valor es indispensable para diseñar adecuadamente los elementos estructurales que experimentan solicitaciones flectoras significativas (Panduro & Sinti, 2021).

2.3 Marco conceptual

- a. **Agregado reciclado.** Los agregados reciclados son materiales granulares que se obtienen a partir del procesamiento de residuos de construcción y demolición, principalmente concreto endurecido proveniente de elementos estructurales como columnas, vigas, losas y muros. Estos materiales, una vez triturados, clasificados y limpiados, pueden ser reutilizados como sustitutos parciales o totales de los agregados naturales en la elaboración de concreto. Su uso está condicionado por sus propiedades físicas y mecánicas, las cuales pueden diferir significativamente respecto a los agregados vírgenes, afectando el desempeño final de la mezcla.

- b. **Concreto permeable.** Es un tipo de mezcla cementicia diseñada específicamente para permitir el paso del agua a través de su estructura. Esto se logra mediante una baja proporción de finos, generando una matriz con vacíos interconectados que favorecen la infiltración. Este material es ampliamente utilizado en soluciones urbanas sostenibles, como pavimentos drenantes, zonas de estacionamiento y veredas, donde se requiere controlar la escorrentía superficial y favorecer la recarga de acuíferos. Su desempeño mecánico, especialmente en cuanto a resistencia a la compresión, suele



ser inferior al del concreto convencional, por lo que su formulación debe ser cuidadosamente evaluada.

- c. Construcción sostenible.** La construcción sostenible es un enfoque integral que busca reducir el impacto ambiental de las obras civiles a través del uso eficiente de recursos, la minimización de residuos y la reutilización de materiales. En este contexto, el uso de agregados reciclados y la implementación de tecnologías como el concreto permeable se alinean con los principios de sostenibilidad, promoviendo una industria más responsable y adaptada a los retos medioambientales actuales.

- d. Resistencia a la compresión.** Indica la capacidad del material para soportar cargas axiales sin fallar. Se determina mediante ensayos normalizados en probetas cilíndricas o cúbicas, que son sometidas a esfuerzos de compresión hasta su rotura, expresándose en unidades de presión (kg/cm^2 o MPa). Esta propiedad depende de múltiples factores, como la relación agua/cemento, el tipo y proporción de los agregados, el curado y la compactación. En el caso del concreto permeable, la resistencia a la compresión puede verse afectada negativamente por la incorporación de materiales reciclados si no se controla adecuadamente su dosificación.

- e. Sustitución parcial de agregados.** Este concepto hace referencia al reemplazo de una parte del volumen total de agregados naturales por agregados reciclados dentro de una mezcla de concreto. Su propósito es reducir el impacto ambiental asociado a la extracción de áridos naturales y aprovechar los residuos de construcción. No obstante, esta sustitución debe ser evaluada técnicamente, ya que puede alterar la densidad, trabajabilidad, resistencia y durabilidad del concreto, especialmente en aplicaciones donde se requieren estándares mínimos de desempeño.



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación

El término diseño de investigación hace referencia a la estructura metodológica previamente establecida que orienta la recolección, análisis e interpretación de los datos necesarios para dar respuesta al problema de investigación planteado. En esencia, constituye un plan estratégico que permite al investigador obtener información válida y confiable, siguiendo una secuencia lógica de procedimientos. Su correcta formulación es crucial para garantizar que los resultados obtenidos sean pertinentes, precisos y representen un verdadero aporte al conocimiento científico (Hernandez & Baptista, 2014).

En el caso específico del presente estudio, se ha adoptado un diseño de tipo experimental, dado que el desarrollo de la investigación implica una intervención intencionada sobre la variable independiente, que en este caso corresponde a la incorporación de agregados reciclados en la mezcla del concreto permeable.

Este tipo de diseño permite trabajar en condiciones controladas, minimizando la influencia de variables extrañas o ajenas al estudio, conocidas como variables foráneas, las cuales podrían distorsionar los resultados si no fueran reguladas. Por tanto, al mantener constante todo factor externo que pueda interferir, se asegura que los cambios observados



en la variable dependiente se atribuyan exclusivamente a los efectos de la manipulación experimental, fortaleciendo así la validez interna del estudio.

3.2 Método de la investigación

En toda investigación científica, el método representa el conjunto de procedimientos sistemáticos que permiten alcanzar los objetivos planteados y ofrecer respuestas fundamentadas al problema de estudio. Su función esencial es guiar el proceso investigativo de manera ordenada y lógica, permitiendo obtener datos válidos, confiables y reproducibles, que contribuyan significativamente al cuerpo de conocimiento existente. El método científico permite llegar a conclusiones fundamentadas, que no solo responden a la pregunta de investigación, sino que también aportan evidencia para mejorar prácticas constructivas sostenibles, validando el uso de materiales reciclados dentro de los márgenes técnicos adecuados. Este enfoque promueve la reproducibilidad de los resultados y el desarrollo de nuevas investigaciones en el campo de la ingeniería civil.

La presente investigación se desarrolla bajo el enfoque del método científico, el cual constituye una herramienta fundamental en la producción de conocimiento objetivo, sistemático y verificable. Este método se basa en una secuencia ordenada de pasos que permiten formular preguntas relevantes, proponer explicaciones hipotéticas, recolectar información empírica, y validar o refutar dichas hipótesis mediante la observación, el análisis y la contrastación de resultados.

3.3 Nivel y tipo de la investigación.

3.3.1 Nivel de la investigación

La elección del nivel explicativo resulta adecuada debido a que la investigación no solo se limita a observar el comportamiento de diferentes mezclas de concreto, sino que además intenta demostrar, bajo condiciones controladas, cómo y en qué medida los cambios en la composición del material afectan sus propiedades mecánicas. Esto implica



la aplicación de un diseño metodológico que permita controlar otras variables externas y aislar el efecto específico de la variable manipulada. En consecuencia, este nivel de investigación permite profundizar en el entendimiento técnico del uso de materiales reciclados dentro de la ingeniería civil, aportando evidencia científica que puede ser utilizada para mejorar procesos constructivos sostenibles, optimizar recursos y contribuir a la reducción del impacto ambiental asociado a la producción de concreto tradicional.

El presente estudio se enmarca dentro del nivel explicativo, el cual se caracteriza por ir más allá de la simple descripción de fenómenos o la identificación de relaciones entre variables. Su propósito central es profundizar en la comprensión de los factores que originan un determinado fenómeno, estableciendo relaciones de causa y efecto mediante el análisis riguroso de las variables involucradas.

3.3.2 Tipo de la investigación

Se clasifica como básico-aplicativa, ya que integra los principios fundamentales de la investigación científica con la intención de generar soluciones prácticas orientadas a contextos específicos. Este tipo de estudio se sitúa en un punto intermedio entre la búsqueda de conocimiento teórico y su aplicación directa a problemas concretos del entorno. Desde esta perspectiva, se reconoce que el tipo básico-aplicativo no solo se ocupa de describir fenómenos, sino que también propone intervenciones experimentales basadas en conocimientos previos, con el fin de validar su utilidad o adaptabilidad a nuevos contextos o materiales.

La investigación se enmarca dentro del tipo básico-aplicativo, dado que retoma conceptos fundamentales sobre los materiales de construcción y, al mismo tiempo, los somete a un proceso experimental en condiciones locales específicas —como es el caso de la provincia de San Román— con el objetivo de obtener resultados concretos que puedan ser aplicables en futuras obras civiles, contribuyendo al desarrollo sostenible del sector.



3.3.3 Enfoque de la investigación

El enfoque de una investigación constituye el marco metodológico general que guía la forma en que se abordan las distintas etapas del estudio. Este enfoque abarca un conjunto de actividades interrelacionadas, que incluyen desde la identificación y delimitación del problema de investigación, el desarrollo de técnicas específicas para recolectar datos, hasta el procesamiento, análisis e interpretación de los resultados obtenidos. Dichas acciones reflejan la orientación del estudio, y permiten definir las estrategias más adecuadas para alcanzar los objetivos planteados, garantizando la coherencia interna del trabajo.

En el caso de la presente investigación, se adopta un enfoque cuantitativo, dado que el fenómeno en estudio se aborda desde una perspectiva objetiva, medible y verificable, a través del manejo de datos numéricos. Este enfoque se caracteriza por seguir una secuencia lógica y estructurada, desde la formulación de hipótesis hasta la comprobación empírica, mediante la recolección de información estandarizada y la aplicación de técnicas estadísticas para su análisis.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

En el ámbito de la investigación científica, el término población se refiere al conjunto total de elementos, unidades o casos que comparten características comunes previamente definidas, y que constituyen el universo de análisis dentro del cual se busca extraer información relevante. Esta población debe estar claramente delimitada en función del problema de estudio, los objetivos propuestos y las condiciones particulares del contexto donde se desarrolla la investigación.

En el caso específico de este estudio, la población está conformada por todas las muestras de concreto permeable elaboradas en condiciones controladas dentro del ámbito de la ciudad de Juliaca, cuya resistencia de diseño corresponde a 175 kg/cm^2 . Esta



población incluye tanto el concreto patrón elaborado con agregados naturales, como las variantes de concreto que incorporan diferentes proporciones de agregados reciclados obtenidos de elementos estructurales demolidos.

3.4.2 Muestra

Dentro del proceso investigativo, la muestra se define como un subconjunto representativo de la población que permite al investigador acceder de manera práctica y controlada al fenómeno de estudio. Este grupo reducido mantiene las características esenciales del universo del cual proviene, lo que posibilita extraer conclusiones válidas y extrapolables, siempre que se cumplan criterios metodológicos de selección adecuados. La muestra, en consecuencia, facilita el análisis empírico cuando no es posible trabajar con la totalidad de la población por razones de tiempo, recursos o accesibilidad.

La muestra estuvo conformada por un total de 72 briquetas de concreto permeable, distribuidas en función de los tres intervalos de tiempo de fraguado establecidos: 7, 14 y 28 días, y por las diferentes proporciones de agregado reciclado incorporadas en las mezclas. Para cada combinación de variable (porcentaje de sustitución y periodo de curado), se elaboraron las respectivas unidades de ensayo, garantizando así una base empírica suficiente para evaluar la evolución de la resistencia a la compresión bajo condiciones estandarizadas.

3.5 Técnicas e instrumentos de investigación

3.5.1 Técnicas

En el contexto de una investigación científica, las técnicas de recolección de datos constituyen el conjunto de procedimientos sistemáticos y específicos utilizados para obtener información válida y confiable sobre las variables de estudio. Estas técnicas permiten acceder de forma directa o indirecta a los datos necesarios para el análisis, y su

elección depende del tipo de investigación, el diseño metodológico adoptado y la naturaleza de los objetos de estudio.

En la presente investigación, se han aplicado técnicas propias del enfoque cuantitativo y experimental, orientadas a la medición directa de las cualidades del concreto permeable elaborado con distintos porcentajes de agregado reciclado. Entre las principales técnicas utilizadas destacan:

- Observación sistemática
- Registro de resultados

3.5.2 Instrumentos

En el ámbito de la investigación científica, los instrumentos de recolección de datos son herramientas específicas que permiten materializar las técnicas seleccionadas, facilitando la obtención, registro y organización de la información necesaria para el análisis del fenómeno de estudio. Dichos instrumentos actúan como medios operativos a través de los cuales el investigador capta datos de forma objetiva y estandarizada, garantizando así la fidelidad de los resultados obtenidos.

En el contexto de la presente investigación, orientada al análisis de las cualidades del concreto permeable con incorporación de agregados reciclados, se ha hecho uso de instrumentos de naturaleza técnica y experimental, alineados con normas internacionales reconocidas, como la ASTM y la NTP. Entre los instrumentos principales empleados se encuentran:

- Máquina universal de compresión, utilizada para aplicar carga axial sobre las briquetas de concreto y determinar su resistencia máxima a la compresión.
- Molde cilíndrico normalizado, empleado para la elaboración uniforme de las muestras de concreto, asegurando consistencia dimensional.
- Balanza electrónica de precisión, utilizada para pesar los componentes de la mezcla y las probetas antes y después del curado.



- Fichas de registro técnico, donde se documentan de manera sistemática los datos obtenidos en cada ensayo, incluyendo proporciones de mezcla, tiempos de curado, cargas aplicadas y resistencias alcanzadas.

3.6 Validación y confiabilidad del instrumento

3.6.1 Validación

La validez de un instrumento hace referencia a su capacidad para medir de forma precisa lo que se propone medir, en este caso, propiedades mecánicas del concreto, como la resistencia a la compresión. Por ello, se garantiza que los dispositivos empleados, tales como la máquina de compresión, moldes cilíndricos, balanzas electrónicas, y demás elementos auxiliares, hayan sido calibrados adecuadamente, cumplan con los requerimientos técnicos y funcionen bajo condiciones controladas. Esta validación asegura que los datos obtenidos sean representativos y confiables, cumpliendo con criterios de precisión y exactitud exigidos en la investigación experimental.

3.6.2 Confiabilidad

La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere a su capacidad para producir resultados consistentes y reproducibles cuando es utilizado repetidamente bajo las mismas condiciones y sobre el mismo objeto de medición. En otras palabras, un instrumento confiable permite que los valores obtenidos, ante múltiples repeticiones del mismo procedimiento, presenten mínimas variaciones, garantizando así la estabilidad de los datos a lo largo del tiempo.

En el presente estudio, la confiabilidad de los instrumentos se ha verificado mediante la repetición de los ensayos de compresión sobre muestras elaboradas con iguales proporciones de mezcla y condiciones de curado, confirmando que los valores obtenidos mantienen coherencia interna y margen de error aceptable. Esto es posible gracias al uso de equipos calibrados, operados bajo protocolos de laboratorio estandarizados, y a la supervisión constante durante cada fase del experimento.

3.7 Plan de recolección y procesamiento de datos

Etapa I: Búsqueda de información

Durante la primera fase del proceso investigativo, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de fuentes bibliográficas con el propósito de fundamentar teóricamente el estudio y contextualizar el fenómeno de análisis. Esta etapa consistió en la búsqueda sistemática de documentos académicos que aborden temáticas relacionadas con el uso de agregados reciclados en la elaboración de concreto, así como estudios sobre las características del concreto permeable y su comportamiento mecánico. Para ello, se consultaron tesis universitarias, artículos científicos, revistas especializadas y publicaciones técnicas, tanto a nivel nacional como internacional, a fin de obtener una visión integral y actualizada del estado del arte. Esta recopilación documental permitió establecer un marco conceptual sólido, identificar antecedentes relevantes, definir las variables de estudio y justificar la pertinencia de la investigación en el contexto local y científico.

Etapa II: Procedencia de los agregados

En esta segunda etapa se procedió a la localización y caracterización geográfica de los agregados pétreos que fueron empleados en la elaboración del concreto experimental. La fuente principal de suministro corresponde a la cantera Unocolla, una unidad de explotación de áridos ubicada a aproximadamente 8 kilómetros de la ciudad de Juliaca, a la cual se accede mediante la carretera asfaltada que conecta Juliaca con la provincia de Lampa. Esta cantera fue seleccionada debido a la disponibilidad, accesibilidad y calidad técnica de sus materiales, que cumplen con los estándares requeridos para su uso en mezclas de concreto.

Durante esta fase también se verificó que los agregados extraídos presentaran las características físicas necesarias para su incorporación, tales como granulometría adecuada, ausencia de impurezas y compatibilidad con los procedimientos normativos de dosificación. Asimismo, se contempló la utilización de agregados reciclados obtenidos de

elementos estructurales demolidos, lo que permitió establecer comparaciones experimentales entre ambos tipos de insumos.

Figura 5

Proceder de los agregados



Nota. Tomada de Google Maps

Etapa III: Características de los agregados

En esta fase del proceso investigativo se procedió a la caracterización física de los agregados que serían empleados en la elaboración del concreto permeable, tanto naturales como reciclados. Esta evaluación es fundamental, ya que las propiedades del agregado influyen directamente en el comportamiento mecánico y estructural del concreto. Los ensayos realizados permiten verificar que los materiales cumplan con las condiciones técnicas necesarias para su uso en mezclas cementicias, especialmente en lo que respecta a su distribución granulométrica, resistencia, forma, textura y capacidad de absorción.

Para garantizar la confiabilidad y estandarización de los resultados, todas las pruebas se desarrollaron en concordancia con los lineamientos establecidos por la (NTP), así como por las normas internacionales ASTM y las recomendaciones del ACI 522R-10, relacionadas con el diseño, producción y control de concreto permeable. Estas normas establecen criterios precisos sobre la calidad de los agregados, permitiendo determinar su idoneidad según el tipo de aplicación estructural o no estructural.



Dentro de los ensayos ejecutados, se destacan los siguientes:

A. ENSAYOS DE LABORATORIO.

Contenido De Humedad (ASTM C-566)

El contenido de humedad del agregado es una propiedad fundamental que influye directamente en la relación agua-cemento de una mezcla de concreto. Por ello, conocer este valor con precisión permite ajustar correctamente la dosificación de materiales y garantizar la calidad del producto final. El procedimiento para determinar esta propiedad se basa en la metodología establecida por la norma ASTM C-566, la cual establece un ensayo sencillo pero riguroso, utilizando materiales accesibles y principios básicos de gravimetría.

PROCEDIMIENTO:

1. Pesaje del recipiente vacío: Se inicia el procedimiento registrando el peso del recipiente metálico completamente vacío y seco. Este valor se identifica como W_1 .
2. Pesaje del recipiente con muestra húmeda: Se coloca una muestra representativa de agregado en el recipiente previamente pesado, y se registra el nuevo valor, correspondiente al recipiente más el agregado húmedo. Esta masa se denota como W_2 .
3. Secado de la muestra en horno: El conjunto (recipiente + muestra) se introduce en un horno de secado previamente precalentado, manteniéndolo a temperatura constante durante un periodo de 24 horas, o hasta que la muestra alcance una masa constante. Esto asegura la evaporación total del agua contenida en los poros del agregado.
4. Pesaje del recipiente con agregado seco: Una vez finalizado el secado, se retira el recipiente del horno, se deja enfriar a temperatura ambiente y se determina



el peso final del recipiente con el agregado completamente seco. Este valor se denomina W_3 .

5. Cálculo del peso del agua evaporada: Para obtener la masa del agua que contenía el agregado inicialmente, se realiza la resta:

$$\%w = \frac{W_w}{W_g} * 100$$

Análisis granulométrico(ASTM C-136)

El análisis granulométrico es una técnica fundamental en el control de calidad de los agregados utilizados en la elaboración de concreto y otros materiales de construcción. Este ensayo permite determinar la distribución de tamaños de las partículas que conforman un agregado, ya sea grueso o fino, mediante un proceso de tamizado mecánico. La correcta clasificación de los tamaños de partícula es esencial para garantizar una mezcla eficiente, durable y resistente, pues influye directamente en la trabajabilidad, resistencia, compacidad y economía del concreto.

PROCEDIMIENTO:

1. Se inicia con la selección de una muestra representativa del material en estudio. Este paso es crucial, ya que la calidad del análisis depende en gran medida de que la muestra refleje fielmente las características del lote total. Se recomienda tomar la muestra desde diferentes puntos del acopio o del transporte del material para evitar sesgos.
2. La muestra extraída debe ser mezclada completamente para asegurar una distribución uniforme de partículas. Posteriormente, se reduce su volumen a una cantidad apropiada para el ensayo mediante procedimientos como cuarteo o uso de rifleras, de acuerdo con la norma ASTM C-702. Esto garantiza que la cantidad ensayada sea manejable pero siga representando fielmente al lote original.



3. La muestra seleccionada se incorpora en un horno de secado, manteniéndola a una temperatura constante (habitualmente entre 105 °C y 110 °C) hasta alcanzar una masa constante. Esto asegura que el peso medido durante el tamizado corresponda únicamente al material sólido, sin influencia de humedad.
4. Una vez seca, se permite que la muestra se enfríe a temperatura ambiente y se pesa con precisión. Este peso total será utilizado como base para el cálculo del porcentaje retenido en cada tamiz.
5. El agregado seco se coloca en la parte superior de una columna de tamices, ordenados desde el de mayor apertura (arriba) hasta el de menor apertura (abajo). A continuación, se coloca un recipiente colector en la parte inferior para retener el material que pasa todos los tamices.
6. El conjunto se somete a vibración mecánica durante un tiempo determinado (usualmente 10 a 15 minutos), asegurando que las partículas pasen progresivamente a través de las mallas correspondientes según su tamaño.
7. Después del tamizado, se recoge cuidadosamente el material retenido en cada tamiz y se pesa por separado. Estos datos se utilizan para calcular el porcentaje retenido y acumulado en cada tamiz.
8. Finalmente, los resultados obtenidos se utilizan para elaborar una curva granulométrica, que representa gráficamente la distribución de tamaños de partículas dentro del agregado. Esta curva es una herramienta clave para el análisis del comportamiento del material y para verificar si se encuentra dentro de los límites especificados por normas técnicas.

Módulo de fineza (ASTM C-125)

El módulo de fineza (MF) es un parámetro numérico que representa el tamaño promedio de las partículas de un agregado, y se calcula mediante la sumatoria de los porcentajes acumulados retenidos en un conjunto específico de tamices



normalizados, dividida entre 100. Este valor permite tener una referencia útil sobre la gradación del agregado y su comportamiento dentro de una mezcla cementicia. Cuanto mayor sea el módulo de fineza, más grueso será el agregado; por el contrario, valores bajos indican una mayor proporción de partículas finas.

El procedimiento de cálculo del módulo de fineza se aplica tanto a agregados finos como gruesos, y es fundamental para diseñar mezclas balanceadas y eficientes. En el caso de que se desee combinar agregados de diferentes granulometrías, como arena (fino) y grava (grueso), el módulo de fineza del agregado combinado se determina a partir de los módulos individuales y sus proporciones relativas dentro de la mezcla total.

Para ello, se sigue el siguiente procedimiento:

- Se determina el módulo de fineza individual de cada agregado por separado (agregado fino y agregado grueso) mediante el tamizado correspondiente y la aplicación de la fórmula base.
- Se calcula el porcentaje de participación volumétrica (volumen absoluto) de cada tipo de agregado dentro de la mezcla total.
- Se aplica la fórmula para la combinación, en la cual el módulo de fineza de la mezcla (M_c) es el resultado de la suma de los productos entre el módulo de fineza de cada componente y su proporción volumétrica.

$$M.F. = \frac{\sum \%Acum. Ret(3, 1\frac{1}{2}, 3/4", 3/8", N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

$$m_c = \left(\frac{Vol. Abs. A. Fino}{Vol. Abs. Agregado} \right) m_f + \left(\frac{Vol. Abs. A. Grueso}{Vol. Abs. Agregado} \right) m_g$$

$$r_f = \left(\frac{Vol. Abs. A. Fino}{Vol. Abs. Agregado} \right)$$

$$m_c = r_f * m_f + r_g * m_g$$



Este cálculo es fundamental en el diseño de mezclas, ya que permite lograr una combinación óptima entre trabajabilidad, resistencia y durabilidad del concreto, asegurando además un buen empaquetamiento de partículas y menor contenido de vacíos. La aplicación rigurosa de este procedimiento es esencial en ensayos de laboratorio y proyectos de dosificación técnica.

Peso específico y absorción (MTC E 206-2016, NTP 400.021)

La determinación del peso específico y la absorción del agregado grueso constituye un procedimiento esencial dentro del control de calidad de materiales para la construcción. Estos dos parámetros permiten conocer la densidad del agregado en distintas condiciones (seca, saturada y sumergida), así como su capacidad de absorción de agua, los cuales son datos imprescindibles para el diseño de mezclas de concreto y para garantizar su desempeño estructural y durabilidad.

PROCEDIMIENTO:

- Se inicia lavando la muestra de agregado grueso para remover impurezas como polvo o finos adheridos. Luego, se introduce en el horno hasta alcanzar un peso constante, garantizando que el material se encuentre completamente seco.
- Una vez extraída del horno, la muestra se deja enfriar entre 1 y 3 horas, hasta que alcance temperatura ambiente. Esto previene errores por variación térmica al pesar.
- La muestra seca es colocada en un recipiente con agua limpia durante un periodo mínimo de 24 horas, permitiendo que se saturen por completo los poros internos del agregado.
- Transcurrido el tiempo de inmersión, se elimina el exceso de agua superficial utilizando una franela absorbente, cuidando que la muestra no se seque, sino que

- permanezca ligeramente opaca, sin brillo visible. Este estado es crucial para los cálculos posteriores.
- Se determina el peso del agregado en estado saturado superficialmente seco al aire, con ayuda de la balanza.
 - Luego, el agregado se coloca cuidadosamente dentro de la canastilla metálica, que a su vez se sumerge en agua. Se registra el peso conjunto de la canastilla con el agregado sumergido, y se resta el peso de la canastilla sola para obtener el peso sumergido del agregado.
 - El agregado es nuevamente secado en horno durante 16 horas, asegurando que alcance un peso completamente seco. Después del secado, se deja enfriar a temperatura ambiente.
 - Finalmente, se pesa la muestra completamente seca. Este valor representa el peso base para el cálculo del peso específico y porcentaje de absorción.
- a) **Peso de la muestra S.S.S. en el aire (B)**
 - b) **Peso de la canastilla dentro del agua.**
 - c) **Peso de la muestra S.S.S. + peso de canastilla en el agua**
 - d) **Peso de la muestra S.S.S. en el agua (3 - 2) (C)**
 - e) **Peso de la tara 6. Peso de la tara + muestra seca.**
 - f) **Peso de la muestra seca (6 - 5) (A).**

$$\text{Peso Especifico de la Masa} = \frac{A}{(B - C)}$$

$$\text{Peso Especifico de la Masa S.S.S.} = \frac{B}{(B - C)}$$

$$\text{Peso Especifico de la Masa} = \frac{A}{(A - C)}$$

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

Conocer el peso específico y la absorción del agregado grueso permite realizar ajustes precisos en la dosificación del concreto, evitar errores en la relación agua/cemento y mejorar la resistencia y durabilidad de los elementos estructurales. Este control se vuelve



aún más relevante cuando se trabaja con agregados reciclados o no convencionales, los cuales presentan mayores variaciones en absorción.

Determinación de gravedad específica y absorción del agregado grueso (MTC E205-2016)

La evaluación de la gravedad específica y el porcentaje de absorción del agregado fino es un procedimiento indispensable dentro del análisis de materiales utilizados en obras de ingeniería civil. Estos parámetros permiten cuantificar la densidad relativa de las partículas respecto al agua, así como su capacidad para retener humedad. Ambos valores son fundamentales para ajustar la relación agua/cemento en el diseño de mezclas de concreto, ya que afectan directamente la trabajabilidad, resistencia y durabilidad del producto final. El ensayo se ejecuta de acuerdo con los lineamientos establecidos por la norma MTC E205-2016, la cual especifica los pasos, equipos y condiciones requeridas para obtener resultados precisos y reproducibles.

PROCEDIMIENTO:

1. Se inicia seleccionando una muestra representativa de arena fina seca, realizando un cuarteo hasta obtener más de 1 kg de material, de modo que se asegure una cantidad suficiente para cubrir todas las fases del ensayo.
2. La muestra es introducida en el horno y mantenida a temperatura constante hasta alcanzar peso seco constante. Una vez secada, se deja enfriar durante aproximadamente 3 horas a temperatura ambiente.
3. Luego del enfriamiento, el material se sumerge completamente en agua durante 24 horas, permitiendo que los poros internos del agregado se llenen, alcanzando su estado de saturación total.
4. La muestra saturada es esparcida sobre una superficie plana no absorbente, bajo acción de calor moderado (60 °C), removiéndola constantemente hasta

alcanzar un brillo superficial apagado, indicando que la superficie está seca pero los poros internos siguen saturados.

5. El material se coloca cuidadosamente en el molde cónico metálico hasta rebalsar, y se compacta con el pisón en tres series de aproximadamente 8–9 golpes, sumando un total de 25 golpes. Luego se enrasa la superficie y se retira el molde.
6. Se pesa exactamente 500 g de la muestra en condición S.S.S. y se introduce cuidadosamente en el picnómetro.
7. Se añade agua al picnómetro hasta alcanzar el nivel de 500 ml, y se utiliza una bomba de vacío para eliminar el aire atrapado entre las partículas, asegurando la precisión del volumen desplazado.
8. Una vez estabilizada la mezcla y eliminado el aire, se pesa el conjunto del picnómetro, agua y agregado.
9. El agregado es retirado del picnómetro, secado nuevamente en horno hasta alcanzar masa constante, y luego enfriado en un lugar ventilado por un período de 1 hora y 30 minutos. Finalmente, se determina su peso seco.
10. Como último paso antes de los cálculos, se llena el picnómetro únicamente con agua hasta la marca de 500 ml, y se registra su peso para obtener el volumen de referencia.

Resultados de la caracterización física de los agregados.

Como parte del proceso experimental orientado a la elaboración de un concreto permeable con una resistencia característica de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, se realizó la caracterización física de los agregados grueso y fino provenientes de la cantera Isla, ubicada en la ciudad de Juliaca. Estos materiales fueron seleccionados por su disponibilidad local y potencial para cumplir con los criterios técnicos exigidos en mezclas con función drenante.

Los ensayos se ejecutaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, sede Juliaca, institución que cuenta con la infraestructura y el equipamiento necesario para garantizar la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Tabla 2

Contenido de humedad de agregado fino.

Agregad. Fino	
P.tarro +muestra húmed.	507.11 g
P.tarro +muestra sec.	479.09 g
P.tarro	43.48 g
P.agua	28.02 g
P.agregado sec.	435.61 g
%Humedad	6.43

Se presenta el cálculo de humedad del agregado fino, a partir de estos valores, se obtuvo un porcentaje de 6.43%, el cual se consideró en el diseño de mezcla para un concreto permeable con una resistencia característica de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 3

Contenido de humedad de agregado grueso.

Agregad. Grueso	
P.tarro +muestra húmed.	641.23 g
P.tarro +muestra sec.	618.02 g
P.tarro	43.51 g
P.agua	23.21 g
P.agregado sec.	574.51 g
%Humedad	4.04

se muestra el resultado del análisis de humedad del agregado grueso, se determinó que el porcentaje de humedad del agregado grueso fue de 4.04%, valor considerado para el diseño de la mezcla correspondiente.

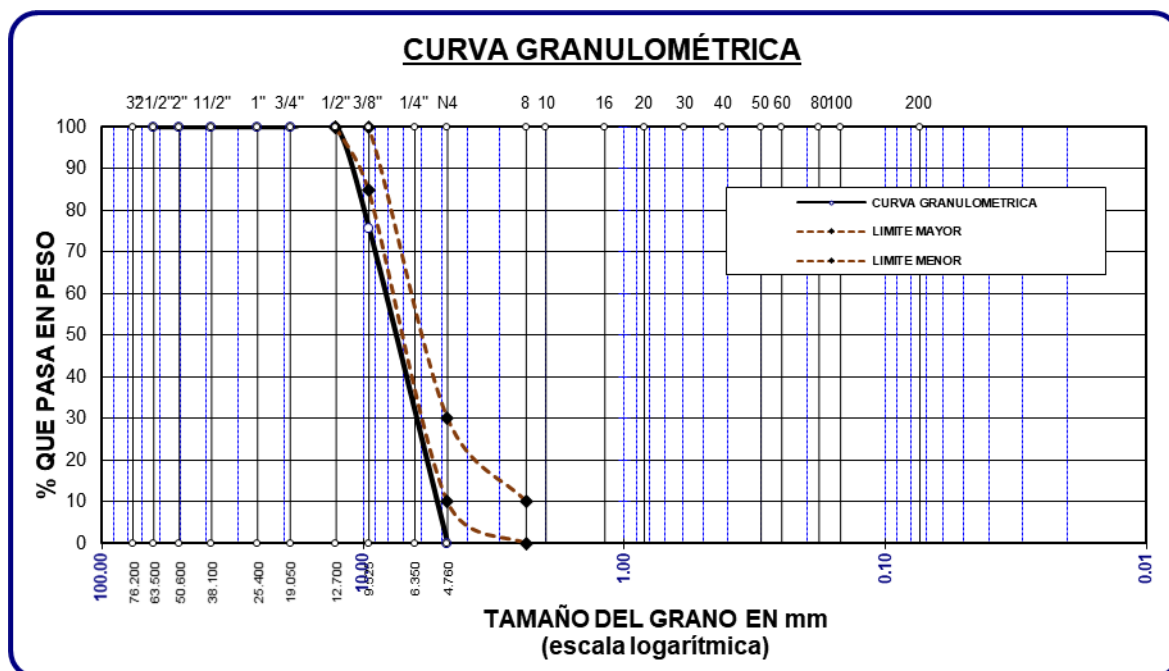
Tabla 4

Tamizado granulométrico agregado grueso.

Tamiz	Pesos retenidos	%Retenidos parcial	%Retenidos acumulado	%pasa	ESPECIF.
3"					
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	100%
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	90 A 100 %
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
3/8"	850	24.29	24.29	75.71	20 A 55 %
1/4"	1200	34.29	58.57	41.43	-
No4	1450	41.43	65.71	34.29	0 A 10 %
Base	0.00	0.00	65.71	34.29	0
Total	3500.00	100.00			
% Pérdida	0.03				

Figura 6

Curva granulométrica de agregados gruesos



- Tamaño Máximo Nominal: 3/8"

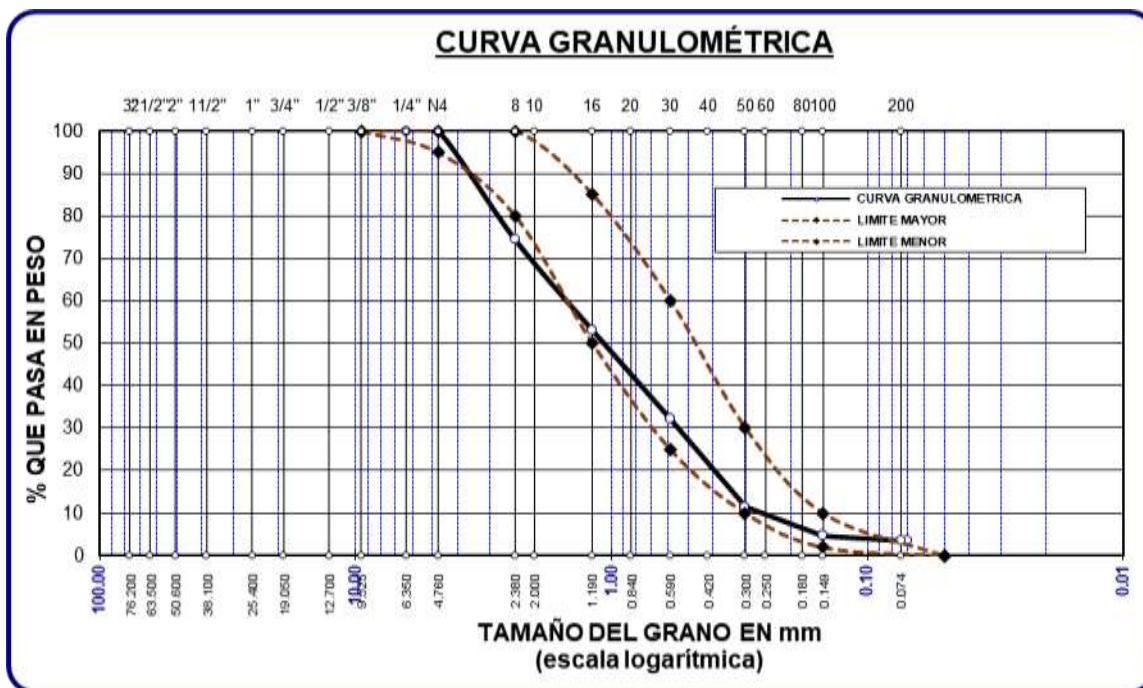
Tabla 5

Tamizado granulométrico agregado fino

Tamiz	Pesos retenidos	%Retenidos parcial	%Retenido s acumulado	%pasa	ESPECIF.
1/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	100%
No4	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %
No8	128.11	25.62	25.62	74.38	80 - 100 %
No16	106.59	21.32	46.94	53.06	50 - 85 %
No30	104.48	20.90	67.84	32.16	25 - 60 %
No 50	103.41	20.68	88.52	11.48	10 - 30 %
No100	34.36	6.87	95.39	4.61	2-10%
No200	5.81	1.16	96.55	3.45	
Base	17.24	3.45	100	0.00	
Total	500.00	100.00			
% Pérdida	3.45				

Figura 7

Curva granulométrica de agregados finos



- Módulo de fineza: 3.24.



a) AGREGADO FINO.

- **P. específico:**

$$Pe = 2.54 \text{ gr/cm}^3$$

- ❖ **Absorción:**

$$Abs = 4.18\%$$

b) AGREGADO GRUESO.

- **P. específico:**

$$Pe = 2.50 \text{ g/cm}^3$$

- **Absorción:**

$$Abs = 3.40\%$$

Ensayo de pesos unitarios sueltos y compactos

Tabla 6

Pesos sueltos y compactados de agregados

Pesos unitarios Kg/cm ³		
Agregados	Suelto	Compacto
Fino	1563	1667
Grueso	1507	1654

Se presenta los resultados del ensayo de determinación de los pesos unitarios en estado suelto y compacto para los agregados fino y grueso. En el caso del agregado fino, se obtuvo un peso unitario de 1563 kg/m³ en condición suelta y 1667 kg/m³ en condición compactada. Por su parte, el agregado grueso registró un peso unitario de 1507 kg/m³ suelto y 1654 kg/m³ compacto. Estos valores son fundamentales para el cálculo de proporciones en el diseño de mezclas de concreto, ya que permiten estimar con precisión la cantidad de materiales por unidad de volumen.



ETAPA IV: Durante esta fase del estudio se procedió a desarrollar el diseño de mezclas de concreto, siguiendo rigurosamente los lineamientos establecidos por la normativa vigente, tanto nacional como internacional. Este procedimiento es esencial para garantizar que las proporciones de los materiales cumplan con los requisitos técnicos necesarios, permitiendo alcanzar las propiedades deseadas en el concreto, como resistencia mecánica, trabajabilidad, durabilidad y permeabilidad.

Con base en las características previamente evaluadas de los agregados tales como el contenido de humedad, peso específico, granulometría y absorción se definieron los parámetros de dosificación inicial. A partir de dichos datos, se elaboró la mezcla patrón, la cual se formuló empleando únicamente agregados naturales y se diseñó para alcanzar una resistencia a la compresión de 175 kg/cm^2 , valor establecido como referencia en este estudio para el concreto permeable no estructural.

La elaboración de esta mezcla de control permite establecer una línea base de comparación, contra la cual se evaluará posteriormente el comportamiento de las mezclas modificadas, que incorporarán agregados reciclados en distintos porcentajes. Además, este diseño inicial sirvió como punto de partida para verificar la adecuación de los materiales, las condiciones de trabajabilidad y los tiempos de fraguado, asegurando que el concreto cumpla con las condiciones mínimas requeridas para su aplicación.

Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ - ACI-522r-10

El diseño de mezcla para el concreto utilizado en la presente investigación se ha desarrollado conforme a los lineamientos técnicos propuestos por el (ACI) en su norma ACI 522R-10, la cual establece criterios específicos para la producción de concreto permeable. Este tipo de concreto, destinado a aplicaciones no estructurales, se caracteriza por su capacidad de permitir el paso del agua a través de su matriz, manteniendo a su vez un nivel mínimo aceptable de resistencia mecánica.

La mezcla fue diseñada para alcanzar una resistencia característica a la compresión (f'_c) de 175 kg/cm², medida a los 28 días de curado, lo cual representa el valor objetivo de desempeño mecánico para este tipo de aplicación. Cabe resaltar que, al tratarse de un concreto permeable, se requiere un asentamiento prácticamente nulo, por lo que se ha previsto que la mezcla tenga una consistencia seca o cero asentamiento (0"), garantizando así una estructura porosa adecuada.

En cuanto a los materiales empleados, se seleccionó cemento Portland tipo IP de la marca Rumi, el cual cumple con los requisitos establecidos en la normativa peruana para cementos hidráulicos y es compatible con el comportamiento deseado en mezclas permeables. Para el agregado grueso, se optó por un material que cumpla con las especificaciones granulométricas exigidas por la ACI y la ASTM C33, priorizando una gradación uniforme y limpia.

Se estableció que el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea de 3/8 de pulgada (equivalente a 9.53 mm), ya que esta dimensión permite una distribución adecuada de vacíos, contribuyendo tanto a la permeabilidad del concreto como a su resistencia mecánica. Asimismo, se consideró que la selección de este tamaño de partícula facilita una compactación adecuada y una distribución homogénea dentro del volumen de la mezcla.

Este diseño básico de la mezcla sirvió como punto de partida para realizar las modificaciones pertinentes en las variaciones experimentales. Estas variantes experimentales incluían cantidades variables de áridos reciclados, y el objetivo de estos ajustes era evaluar la influencia que estos áridos reciclados tenían en la resistencia a la compresión en condiciones reales de laboratorio.

➤ **Diseño de mezcla con agregados.**

Si las dosificaciones propuestas alcanzan la resistencia de diseño se procederá a reemplazar el agregado grueso por agregado reciclado en proporciones e de 5%, 9% y 13%.

Ensayos del concreto en estado fresco

- ✓ Asentamiento de Concreto Fresco con el Cono de Abrams.
- ✓ Elaboración y Curado de Especímenes de Concreto.

ETAPA V: Se elaboro briquetas en cual serán utilizado para la prueba de la resistencia a la compresión y al ensayo de permeabilidad.

- ❖ Se elaborará las respectivas briquetas con el curado respectivo y se procederá a realizar las pruebas de resistencia a los 7, 14 y 28 días y se evaluará el comportamiento del concreto hidráulico según el uso de agregado reciclado en el concreto permeable.

Prueba de permeabilidad

Este ensayo tiene como propósito evaluar la capacidad de infiltración del concreto permeable, determinando cuantitativamente el índice de permeabilidad de los especímenes elaborados. Esta propiedad es esencial para verificar el desempeño hidráulico del concreto, particularmente en aplicaciones de pavimentos drenantes y superficies expuestas a escorrentía, donde se requiere facilitar el paso del agua a través de la estructura del material.

Procedimiento:

Se trabajó con un total de dos probetas patrón y dos probetas por cada dosificación experimental correspondiente al diseño de mezcla con $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$. Inicialmente, se midió con precisión el diámetro de cada probeta, con el fin de calcular su área transversal efectiva, dato esencial para el posterior cálculo de la permeabilidad.

Cada muestra fue preparada y recubierta lateralmente con una bolsa plástica, asegurada mediante cinta de embalaje. Esta medida tuvo como finalidad evitar pérdidas de agua por los costados, permitiendo que el flujo se concentre exclusivamente a través del eje vertical de la muestra.

Para la ejecución del ensayo, se colocó la muestra sobre una base estable y se vertió agua sobre su superficie superior utilizando un tubo cilíndrico vertical graduado. A través de este dispositivo, el líquido ingresó de forma controlada en la muestra, mientras se registraba el tiempo que tardaba el agua en atravesar completamente la probeta, desde la parte superior hasta llegar a la bandeja colocada en la base. Este tiempo de tránsito del agua a través del concreto fue medido con ayuda del cronómetro, asegurando así la precisión de los datos.

Una vez completado el proceso, se procedió a calcular el coeficiente de permeabilidad mediante la fórmula correspondiente, considerando variables como el volumen de agua filtrada, la sección transversal de la muestra, y el tiempo registrado. Este valor permitió comparar la eficiencia hidráulica de cada dosificación evaluada, y establecer así cuál combinación de materiales ofrece el mejor comportamiento en términos de permeabilidad.

$$K = \frac{L}{t} * \frac{a}{A} * \ln\left(\frac{h1}{h2}\right)$$

Donde:

K = permeabilidad (cm/seg)

L = Longitud(cm)

t = Periodo de tiempo(seg)

a =Área cm²)

A =Área de la superficie(cm²)

h1 =Altura-columna de agua (cm)

h2 =Altura-tubería de salida (cm)

Resistencia a la compresión:

Es una de las pruebas mecánicas más relevantes en el estudio del comportamiento del concreto, ya que permite evaluar su capacidad para soportar cargas axiales sin

presentar fallas estructurales. En esta investigación, las probetas cilíndricas de concreto fueron sometidas a compresión axial mediante una prensa hidráulica calibrada, la cual aplica una carga progresiva hasta el punto de fractura del espécimen.

Durante el ensayo, el equipo de compresión registra el valor máximo del esfuerzo soportado por cada muestra, lo cual representa su resistencia compresiva en (kg/cm^2). Estas mediciones se realizaron en diferentes edades de curado (7, 14 y 28 días), con el fin de observar la evolución del desarrollo mecánico del concreto a lo largo del tiempo, así como su comportamiento en función de los diferentes porcentajes de agregado reciclado incorporados en la mezcla. Este procedimiento fue ejecutado bajo condiciones normalizadas, conforme a lo establecido por normas técnicas como la ASTM C39.

ETAPA VII: La evaluación de los resultados experimentales constituye una fase crucial dentro del proceso investigativo, ya que permite interpretar los datos obtenidos a través de ensayos comparativos. Esta etapa se desarrollará mediante la elaboración de tablas y gráficos que reflejen el comportamiento del concreto según las distintas dosificaciones y edades de ensayo.

La información obtenida será organizada en matrices comparativas donde se analizarán las variaciones en la resistencia compresiva y la permeabilidad, considerando el efecto que tiene cada proporción de agregado reciclado sobre las propiedades mecánicas del material. Esta comparación facilitará la identificación de la mezcla más eficiente en términos de desempeño técnico, estableciendo así conclusiones fundamentadas sobre la viabilidad del uso de materiales reciclados en concreto permeable.

3.8 Procesamiento y análisis de datos

Se llevará a cabo mediante una combinación de herramientas estadísticas y representaciones gráficas, que permitirán organizar, interpretar y visualizar los resultados obtenidos de manera clara y objetiva. La información recolectada será sistematizada en



tablas de datos, gráficos comparativos y hojas de cálculo, con el fin de facilitar su comprensión y evaluar tendencias de comportamiento.

Se aplicarán procedimientos cuantitativos confiables, sustentados en protocolos técnicos estandarizados, lo cual asegura la integridad del análisis. El enfoque adoptado busca establecer relaciones entre las variables independientes (porcentaje de agregado reciclado) y las variables dependientes (resistencia a la compresión y permeabilidad) para determinar la incidencia de los cambios en la mezcla sobre el desempeño final del concreto.

De esta manera, el análisis de los datos permitirá validar o refutar las hipótesis planteadas inicialmente, aportando evidencia empírica relevante y conclusiones sustentadas sobre la viabilidad del uso de agregados reciclados en la producción de concreto permeable.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados obtenidos de los ensayos

4.1.1 Diseño de mezcla de un concreto permeable $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

Para poder realizar un diseño de mezclas de un concreto permeable de $F'C=175$ según caracterización que presenta los agregados empleados de la cantera Uncolla, se ha desarrollado una serie de ensayos, cuyos resultados han permitido determinar y plasmar el mencionado diseño de mezclas.

a. Resultados concernientes a la caracterización de los agregados

Tabla 7

Resultados de laboratorio de los agregados

Detalles	Agregad. grueso	Agregad. fino
P.e.Sólidos	-	-
P.e.SSS	2.45	2.56
P.e.Bulk	-	-
P.U.Varillado	1641	1740
P.U.Suelto	1501	1598
%Absorción	3.35	4.03
% Humedad	4.04	6.43
Módulo de Fineza	-	3.24

b. Diseño de mezclas de un concreto permeable $F_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ **Tabla 8***Proporción de materiales para 175 kg/cm²*

Materiales	Dosificación (kg/m³)	Volu.	Peso húmedo (kg/m³)
Cemento	306.3080	1	306.3080
Agua	122.5230	0.4	103.1210
A.G.	1376.0810	4.49	1439.3810
A.F.	73.570	0.24	74.1590
Aire	19%	-	19%

La tabla nos muestra la proporción de los materiales que utilizamos durante la preparación del concreto permeable de 175 kg/cm², cuyo contenido de humedad es de 19%.

Tabla 9*Cantidad de material para concreto con agregado reciclado de 5%.*

Materiales	Dosificación (kg/m³)	Volu.	Peso húmedo (kg/m³)
Cemento	306.3080	1	306.3080
Agua	122.5230	0.4	103.1210
A.G.	1307.2770	4.27	1367.4120
A. Reciclado 5%	68.8040	0.22	71.9690
A. F.	73.570	0.24	74.1590
Aire	19%	-	19%

La tabla nos muestra las dosificaciones del concreto permeable con la sustitución del 5% de grava por agregado reciclado, para complementar la cantidad necesaria de materiales para la mezcla del concreto permeable 175 kg/cm².

Tabla 10

Cantidad de material para concreto con agregado reciclado de 9%

Materiales	Dosificación (kg/m³)	Volu.	Peso húmedo (kg/m³)
Cemento	306.308	1.00	306.308
Agua	122.523	0.40	103.121
A. G.	1252.234	4.09	1309.837
A. Reciclado 9%	123.847	0.40	129.544
A. F.	73.57	0.24	74.159
Aire	19%	-	19%

La tabla nos muestra las dosificaciones del concreto permeable con la sustitución del 9% de grava por agregado reciclado, para complementar la cantidad necesaria de materiales para el concreto permeable 175 kg/cm².

Tabla 11

Cantidad de material para concreto con agregado reciclado de 13%

Materiales	Dosificación (kg/m³)	Volu.	Peso húmedo (kg/m³)
Cemento	306.308	1.00	306.308
Agua	122.523	0.40	103.121
A. G.	1197.190	3.91	1252.261
A. Reciclado 13%	178.891	0.58	187.120
A. F.	73.57	0.24	74.159
Aire	19%	-	19%

La tabla nos muestra las dosificaciones del concreto permeable con la sustitución del 13% de grava por agregado reciclado, para complementar la cantidad necesaria de materiales para el concreto permeable 175 kg/cm².

Tabla 12

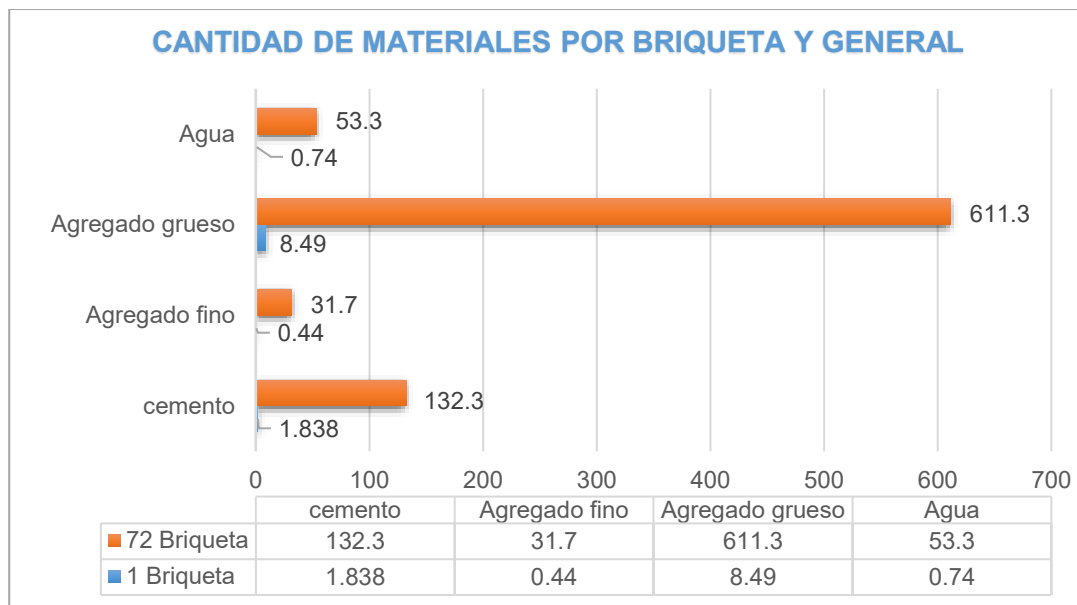
Cantidad de material por unidad de briqueta y cantidad requerida

Materiales	1 briqueta	72 briquetas
Cemento	1.838 kg	132.336 kg
A. fino	0.44 kg	31.68 kg
A. grueso	8.49 kg	611.28 kg
Agua	0.74 kg	53.28 kg

En la tabla 23, se aprecia la cantidad de materiales a emplearse para la elaboración de las briquetas tanto por unidad, como por la cantidad total de las mismas.

Figura 8

Comparación de asentamiento



En la figura anterior logramos apreciar la representación gráfica de la tabla número 23, donde se verifica la cantidad de materiales en kilogramos para elaborar el total de briquetas empleadas en el estudio.

4.1.2 Asentamiento y permeabilidad

Tabla 13

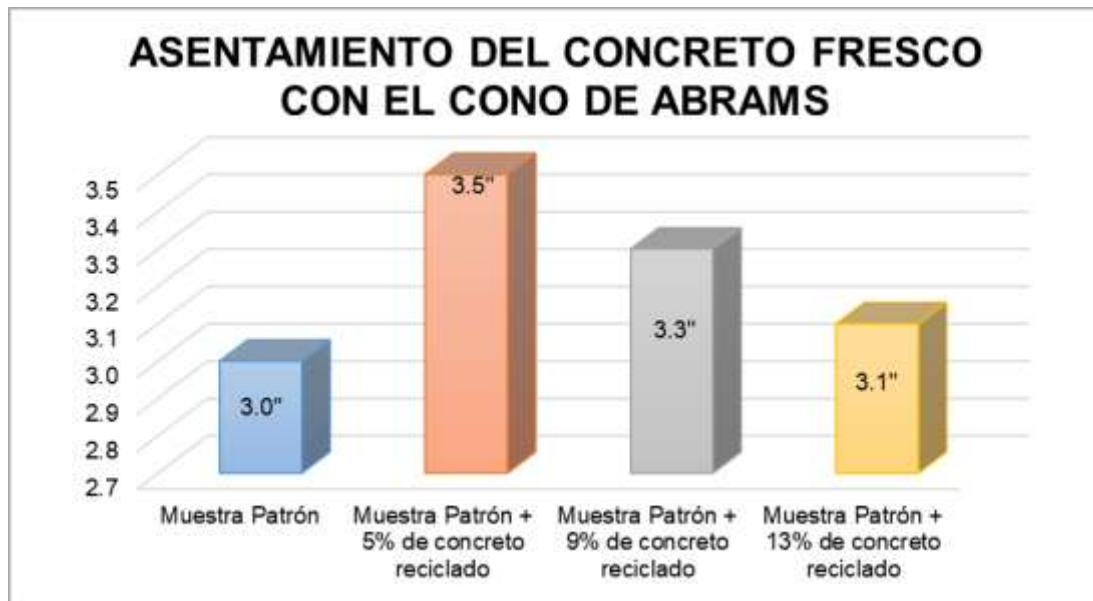
Asentamiento de diferentes muestras

Mezclas	Asentamientos (pulg.)
Muestra Patrón	3"
Muestra Patrón con 5% de agregado reciclado	3.5"
Muestra Patrón con 9% de agregado reciclado	3.3"
Muestra Patrón con 13% de agregado reciclado	3.1"

En la tabla se aprecia el asentamiento del concreto fresco por la prueba de Abrams, las muestras y sus resultados son concernientes a la muestra patrón y con sustitución de grava en 5%, 9% y 13%.

Figura 9

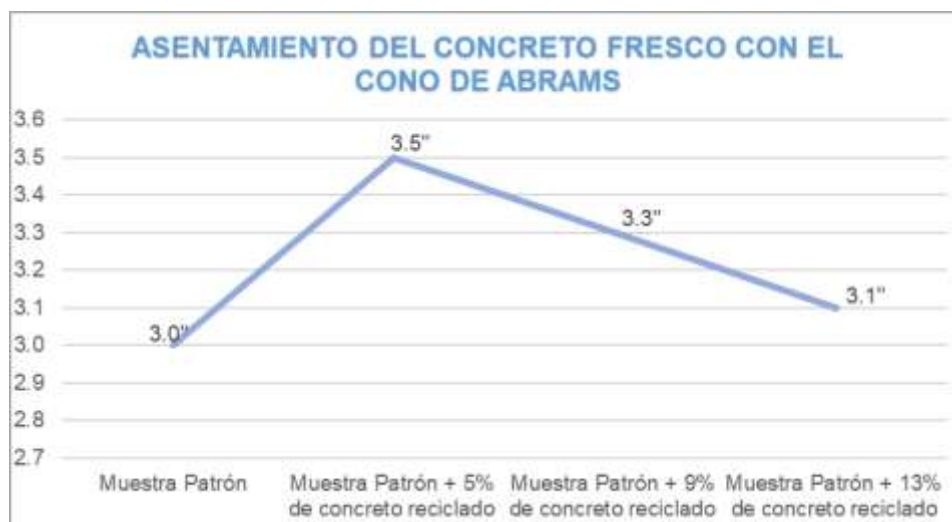
Comparación de asentamiento de diferentes muestras



Se aprecia los distintos asentamientos obtenidos a través de nuestro estudio con distintos porcentajes de aditivo reciclado en la mezcla.

Figura 10

Comparación de asentamientos



En la figura se aprecia que el asentamiento de la muestra va disminuyendo a medida que la sustitución del agregado aumenta, lo cual nos indica que el agregado reciclado reduce la trabajabilidad del concreto.

Análisis de la permeabilidad

Tabla 14*Permeabilidad a 7 días*

Muestra	Permeabilidad-f'c175 kg/cm ²					Promedio (cm/seg)
	Edad	F'c	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)		
Muestra Patrón	M-01		175	14	1.21	1.30
	M-02	7	175	12	1.38	
	M-03		175	13	1.30	
Muestra Patrón con 5% de AGRE	M-01		175	15	1.13	1.22
	M-02	7	175	13	1.28	
	M-03		175	14	1.24	
Muestra Patrón con 9% de AGRE	M-01		175	13	1.31	1.21
	M-02	7	175	15	1.14	
	M-03		175	14	1.19	
Muestra Patrón con 12% de AGRE	M-01		175	13	1.25	1.15
	M-02	7	175	15	1.07	
	M-03		175	14	1.14	

La tabla muestra la permeabilidad del concreto patrón y concreto con la sustitución de agregado reciclado en porcentajes de 5%, 9% y 12% a los 7 días, los resultados indican que la permeabilidad de nuestro concreto se va reduciendo mientras mayor sea la cantidad de agregado sustituido.

Tabla 15*Permeabilidad a 14 días.*

Muestra	Permeabilidad-f'c175 kg/cm ²					Promedio (cm/seg)
	Edad	F'c	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)		
Muestra Patrón	M-01		175	14	1.24	1.22
	M-02	14	175	15	1.13	
	M-03		175	13	1.29	
Muestra Patrón con 5% de AGRE	M-01		175	14	1.19	1.26
	M-02	14	175	13	1.20	
	M-03		175	12	1.39	
Muestra Patrón con 9% de AGRE	M-01		175	14	1.18	1.16
	M-02	14	175	13	1.24	
	M-03		175	15	1.07	
Muestra Patrón con 12% AGRE	M-01		175	14	1.14	1.16
	M-02	14	175	15	1.10	
	M-03		175	13	1.25	

La tabla muestra la permeabilidad del concreto patrón y concreto con la sustitución de agregado reciclado en porcentajes de 5%, 9% y 12% a los 14 días, los resultados indican que la permeabilidad de nuestro concreto se va reduciendo mientras mayor sea la cantidad de agregado sustituido.

Tabla 16

Permeabilidad a 28 días.

Muestra	Permeabilidad - f'c 175 kg/cm ²					
	Edad	F'c	Tiempo (Seg)	Permeabilidad (cm/seg)	Promedio (cm/seg)	
Muestra Patrón	M-1	175	12	1.38	1.41	
	M-2	28	175	13		
	M-3	175	11	1.51		
Muestra Patrón con 5% de AGRE	M-01	175	12	1.26	1.17	
	M-02	28	175	14		
	M-03	175	15	1.10		
Muestra Patrón con 9% de AGRE	M-01	175	15	1.08	1.19	
	M-02	28	175	14		
	M-03	175	13	1.29		
Muestra Patrón con 12% de AGRE	M-01	175	12	1.42	1.24	
	M-02	28	175	15		
	M-03	175	14	1.19		

La tabla numero 28 muestra la permeabilidad del patrón y con la sustitución de agregado reciclado en porcentajes de 5%, 9% y 12% a los 28 días, en este día se aprecian resultados variados, pero en conclusión el reemplazo de agregado reduce la permeabilidad del concreto.

Tabla 17

Resumen de permeabilidad en un concreto permeable a 7, 14 y 28 días de edad

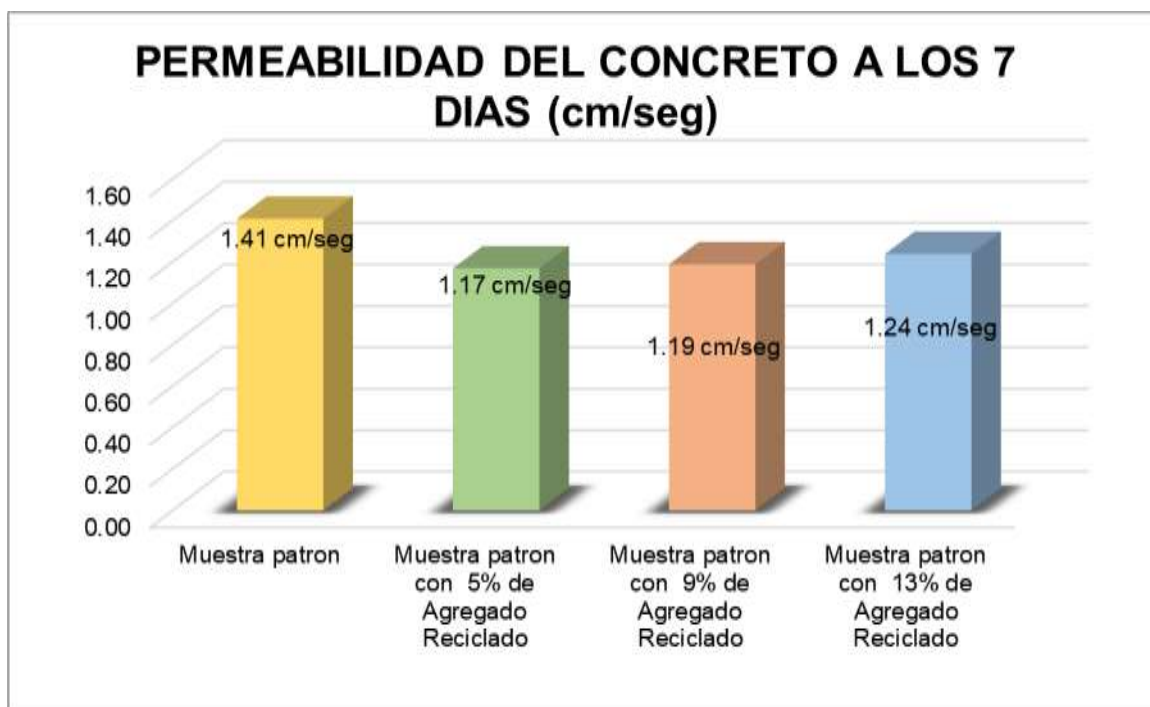
Detalles	Resultados de Permeabilidad	
	Promedio de permeabilidad (cm/seg)	Edades
Convencional	1.30	7
Con 5% de AGRE.	1.22	
Con 9% de AGRE.	1.21	
Con 13% de AGRE.	1.15	
Convencional	1.22	14
Con 5% de AGRE.	1.26	
Con 9% de AGRE.	1.16	
Con 13% de AGRE.	1.16	
Convencional	1.41	28
Con 5% de AGRE.	1.17	
Con 9% de AGRE.	1.19	
Con 13% de AGRE.	1.24	

Se resume los resultados de permeabilidad en concreto permeable a diferentes edades de curado (7, 14 y 28 días), comparando el comportamiento del concreto convencional con mezclas que incluyen diferentes porcentajes de agregado reciclado (5%, 9% y 13%). A los 7 días, el concreto convencional presentó una permeabilidad de 1.30 cm/seg, mientras que

con el 5% de agregado reciclado fue de 1.22 cm/seg, disminuyendo progresivamente a 1.21 cm/seg con el 9% y 1.15 cm/seg con el 13%. A los 14 días, el concreto convencional mantuvo una permeabilidad de 1.22 cm/seg, mientras que el concreto con 5% de reciclado mostró un valor de 1.26 cm/seg, y con 9% y 13% de reciclado, la permeabilidad fue de 1.16 cm/seg. Finalmente, a los 28 días, el concreto convencional alcanzó 1.41 cm/seg, con el concreto con 5% de reciclado mostrando 1.17 cm/seg, y las mezclas con 9% y 13% de reciclado presentaron permeabilidades de 1.19 cm/seg y 1.24 cm/seg, respectivamente. Estos resultados indican que el mejor desempeño en términos de permeabilidad se da con el 5% de agregado reciclado, mostrando una ligera disminución en la permeabilidad en comparación con el concreto convencional, sin comprometer en exceso sus propiedades hidráulicas a lo largo del tiempo.

Figura 11

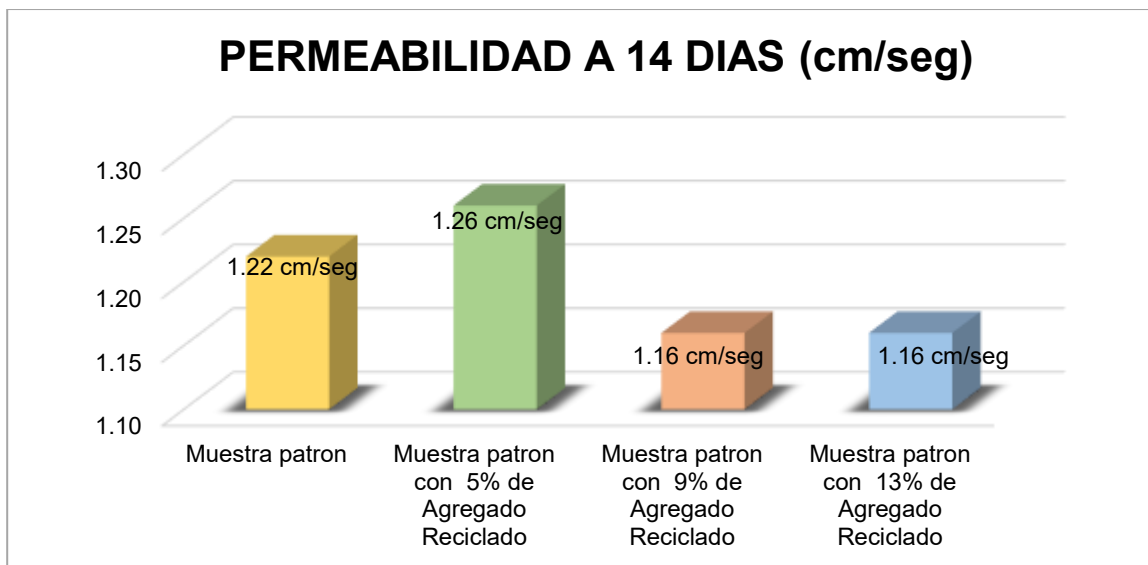
Permeabilidad a 7 días



En la gráfica se puede apreciar las variaciones en cuanto a la permeabilidad que ofrecen los distintos concreto patrón y con sustitución de agregados gruesos por agregados reciclados en 5%, 9% y 12% respectivamente, esto en el día número 7.

Figura 12

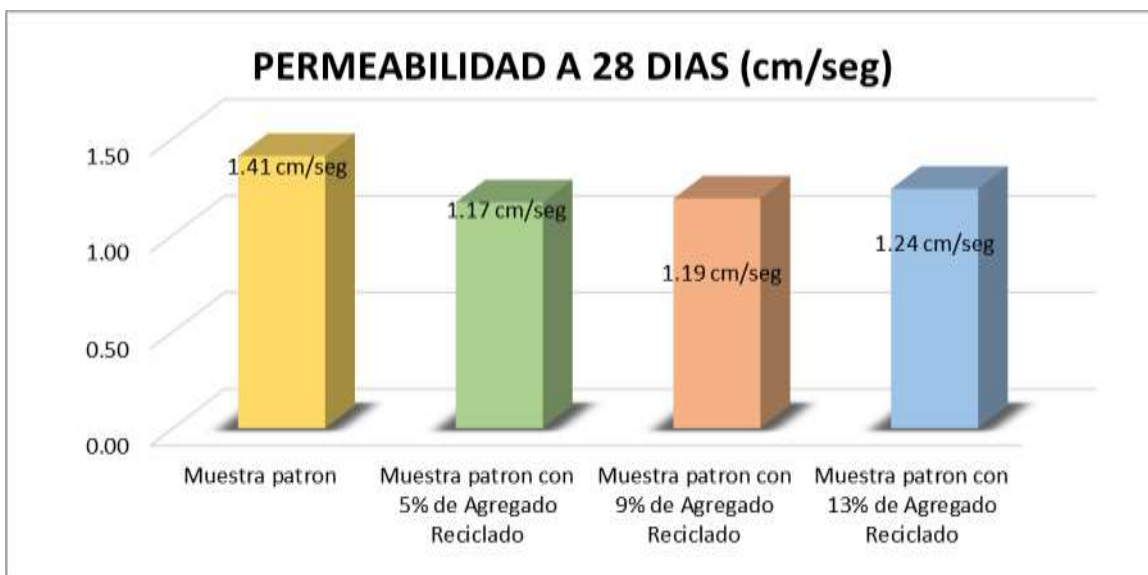
Permeabilidad a 14 días



En la gráfica se puede apreciar las variaciones en cuanto a la permeabilidad que ofrecen los distintos concreto patrón y con sustitución de agregados gruesos por agregados reciclados en 5%, 9% y 12% respectivamente, esto en el día número 14.

Figura 13

Permeabilidad a 28 días.



En la gráfica se puede apreciar las variaciones en cuanto a la permeabilidad que ofrecen los distintos concreto patrón y con sustitución de agregados gruesos por agregados reciclados en 5%, 9% y 12% respectivamente, esto en el día número 28.

4.1.3 Resistencias a compresión en edades 7, 14 y 28 días.

A. Resistencia a la compresión de la Muestra Convencional, $F'C = 175 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 18

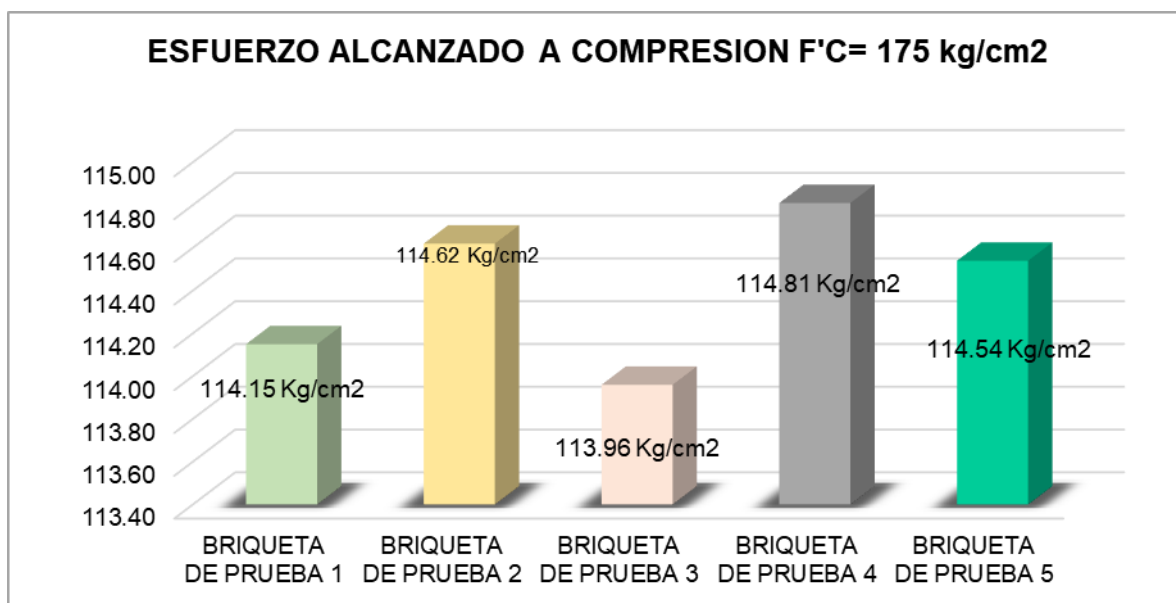
Esfuerzo alcanzado al ensayo de Resistencia a 7 días

Nº	DETALLES DE LAS MUESTRAS	CARGAS Kg	ESF. ROTURAS Kg/cm^2	F'c Kg/cm^2	EDAD
1	CILINDRO EXPERIMENTAL	20198	114.15	175	7
2	CILINDRO EXPERIMENTAL	20201	114.62	175	7
3	CILINDRO EXPERIMENTAL	20165	113.96	175	7
4	CILINDRO EXPERIMENTAL	20235	114.81	175	7
5	CILINDRO EXPERIMENTAL	20187	114.54	175	7
Promedio-Rotura			114.42		

En la tabla se aprecian las distintas cargas soportadas por los 5 testigos de prueba con un diseño de 175 kg/cm^2 durante sus primeros 7 días de curado.

Figura 14

Esfuerzo alcanzado al ensayo de Resistencias a 7 días



La figura, presenta los valores resultantes alcanzados de esfuerzo a la rotura de un concreto permeable, obteniéndose resultados variables con un pico más alto de 114.81 kg/cm^2 a los 7 días.

Tabla 19

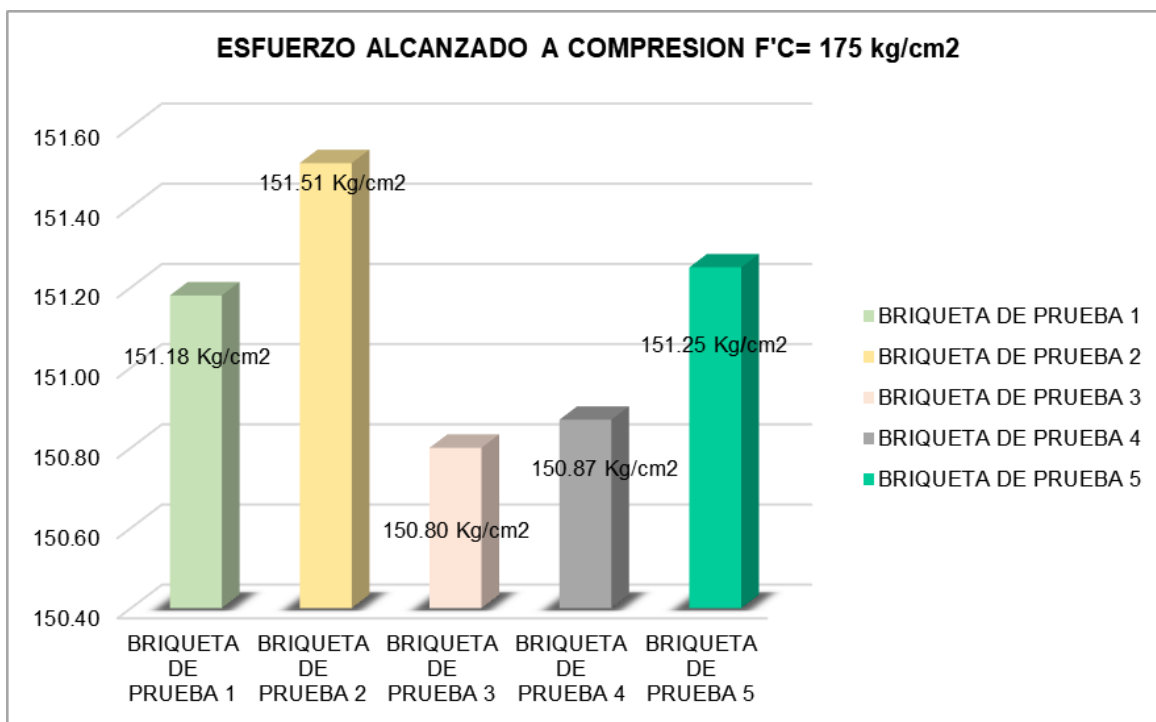
Esfuerzo alcanzado a compresión a los 14 días, F'C-175 kg/cm²

Nº	DETALLES DE LAS MUESTRAS	CARGAS Kg	ESF. ROTURAS Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	EDAD
1	CILINDRO EXPERIMENTAL	26645	151.18	175	14
2	CILINDRO EXPERIMENTAL	26702	151.51	175	14
3	CILINDRO EXPERIMENTAL	26684	150.8	175	14
4	CILINDRO EXPERIMENTAL	26697	150.87	175	14
5	CILINDRO EXPERIMENTAL	26656	151.25	175	14
Promedio-Rotura			151.12		

En la tabla se aprecian las distintas cargas soportadas por los 5 testigos de prueba con un diseño de 175 kg/cm² durante sus primeros 14 días de curado.

Figura 15

Esfuerzo alcanzado a compresión a los 14 días.



La figura 16, presenta los valores resultantes alcanzados de esfuerzo a la rotura de un concreto permeable, obteniéndose resultados variables con un pico más alto de 151.51kg/cm² a los 14 días.

- **Prueba a los 28 días**

Tabla 20

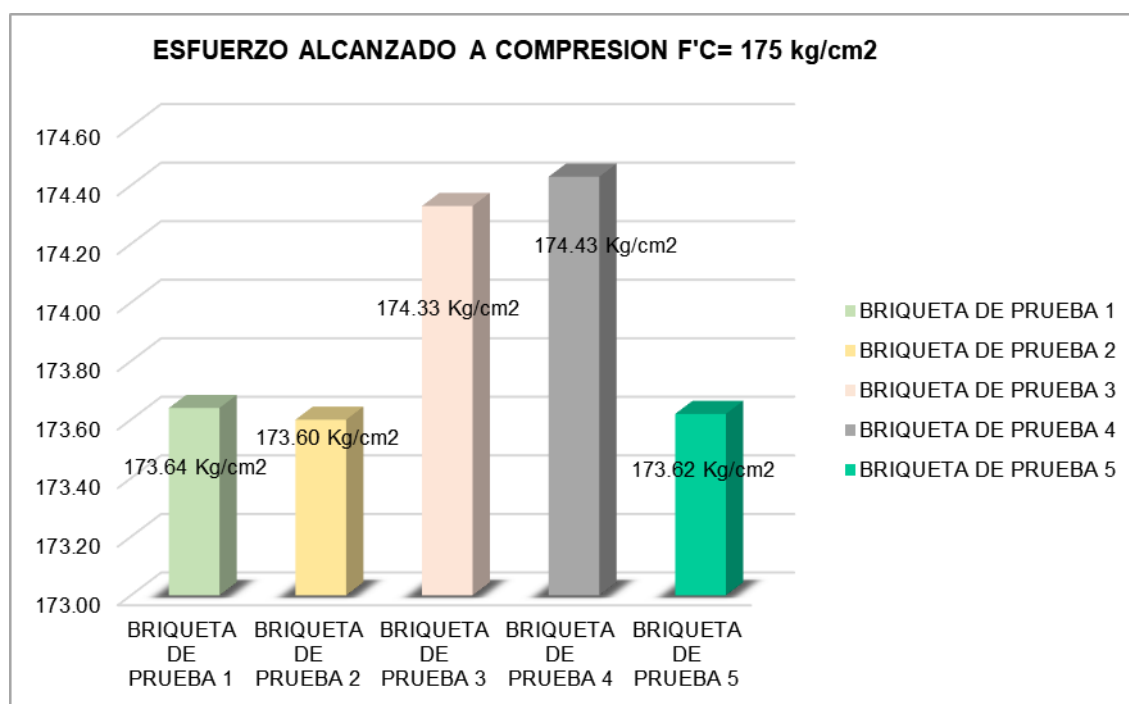
Esfuerzo alcanzado a la compresión, F'C-175 kg/cm²

Nº	DETALLES DE LAS MUESTRAS	CARGAS Kg	ESF. ROTURAS Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	EDAD
1	CILINDRO EXPERIMENTAL	30725	173.64	175	28
2	CILINDRO EXPERIMENTAL	30718	173.6	175	28
3	CILINDRO EXPERIMENTAL	30724	174.33	175	28
4	CILINDRO EXPERIMENTAL	30742	174.43	175	28
5	CILINDRO EXPERIMENTAL	30722	173.62	175	28
Promedio-Rotura			173.92		

En la tabla se aprecian las distintas cargas soportadas por los 5 testigos de prueba con un diseño de 175kg/cm² durante sus primeros 28 días de curado.

Figura 16

Esfuerzo alcanzado a compresión a los 28 días



La figura, presenta los valores de esfuerzo obtenidos como resultado a la rotura de un concreto permeable, obteniéndose resultados variables con un pico más alto de 174.43kg/cm² a los 28 días.

Tabla 21

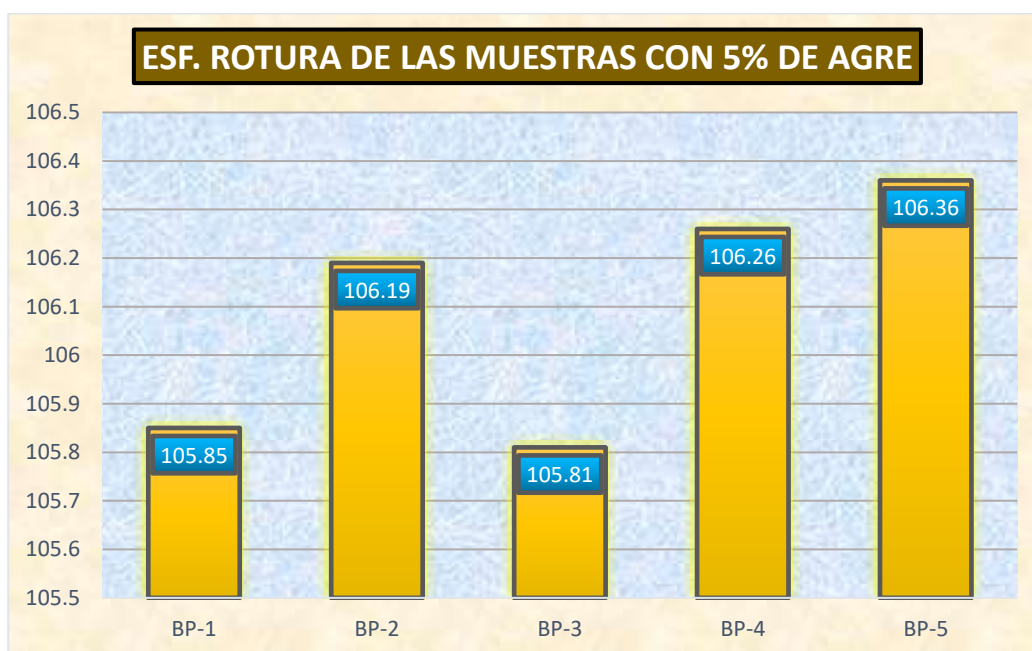
Esfuerzo alcanzado a la compresión, M1- con 5% de agregado reciclado

Nº	DETALLES DE LAS MUESTRAS	CARGA S Kg	ESF. ROTURA S Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD	%
1	CILINDRO EXPERIMENTAL	18731	105.85	175	7	60.49
2	CILINDRO EXPERIMENTAL	18716	106.19	175	7	60.68
3	CILINDRO EXPERIMENTAL	18723	105.81	175	7	60.46
4	CILINDRO EXPERIMENTAL	18728	106.26	175	7	60.72
5	CILINDRO EXPERIMENTAL	18746	106.36	175	7	60.78
Promedio-Rotura			106.1			60.63

En la tabla se aprecian las distintas cargas soportadas por los 5 testigos de prueba con un diseño de 175kg/cm² con sustitución 5% de agregado reciclado durante sus primeros 7 días requeridos para el curado.

Figura 17

Esfuerzo alcanzado a la compresión, muestra con 5% de agregado reciclado



La figura, presenta los valores resultantes alcanzados de esfuerzo a la rotura de un concreto permeable con 5% de agregado reciclado, obteniéndose resultados variables con un pico más alto de 106.36kg/cm² a los 7 días.

Tabla 22

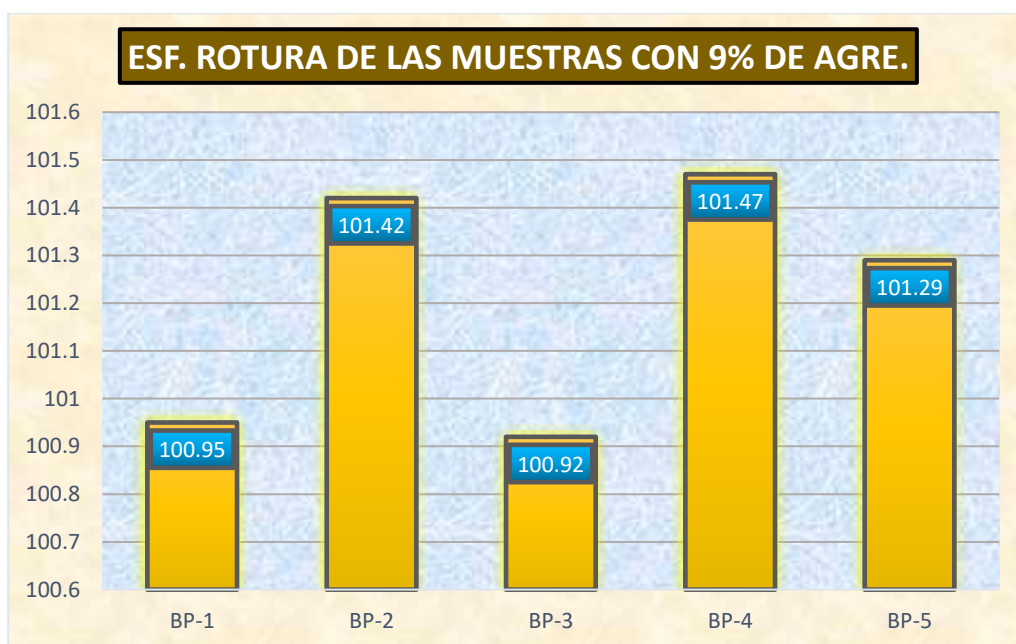
Esfuerzo alcanzado a la compresión, M2- con 9% de agregado reciclado

Nº	DETALLES DE LAS MUESTRAS	CARGAS Kg	ESF. ROTURAS Kg/cm2	F'c Kg/cm2	EDAD
1	CILINDRO EXPERIMENTAL	17863	100.95	175	7
2	CILINDRO EXPERIMENTAL	17875	101.42	175	7
3	CILINDRO EXPERIMENTAL	17858	100.92	175	7
4	CILINDRO EXPERIMENTAL	17883	101.47	175	7
5	CILINDRO EXPERIMENTAL	17852	101.29	175	7
Promedio-Rotura			101.21		

En la tabla se aprecian las distintas cargas soportadas por los 5 testigos de prueba con un diseño de 175kg/cm2 con sustitución de 9% de agregado reciclado durante sus primeros 7 días requeridos para el curado.

Figura 18

Esfuerzo alcanzado a la compresión, muestra con 9% de agregado reciclado



La figura, presenta los valores resultantes alcanzados de esfuerzo a la rotura de un concreto permeable con 9% de agregado reciclado, obteniéndose resultados variables con un pico más alto de 101.47kg/cm2 a los 7 días.

Tabla 23

Esfuerzo alcanzado a la compresión, M3- con 13% de agregado reciclado

Nº	DETALLES DE LAS MUESTRAS	CARGAS Kg	ESF. ROTURAS Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	EDAD
1	CILINDRO EXPERIMENTAL	16048	90.69	175	7
2	CILINDRO EXPERIMENTAL	16067	91.16	175	7
3	CILINDRO EXPERIMENTAL	16024	90.56	175	7
4	CILINDRO EXPERIMENTAL	16035	90.98	175	7
5	CILINDRO EXPERIMENTAL	16041	91.02	175	7
Promedio-Rotura			90.88		

En la tabla se aprecian las distintas cargas soportadas por los 5 testigos de prueba con un diseño de 175kg/cm² con sustitución 13% de agregado reciclado durante sus primeros 7 días requeridos para el curado.

Figura 19

Esfuerzo alcanzado a la compresión, muestra con 13% de agregado reciclado



La figura, presenta los valores resultantes alcanzados de esfuerzo de fallo de un concreto permeable con 13% de agregado reciclado, obteniéndose resultados variables con un pico más alto de 91.16kg/cm² a los 7 días.

Tabla 24

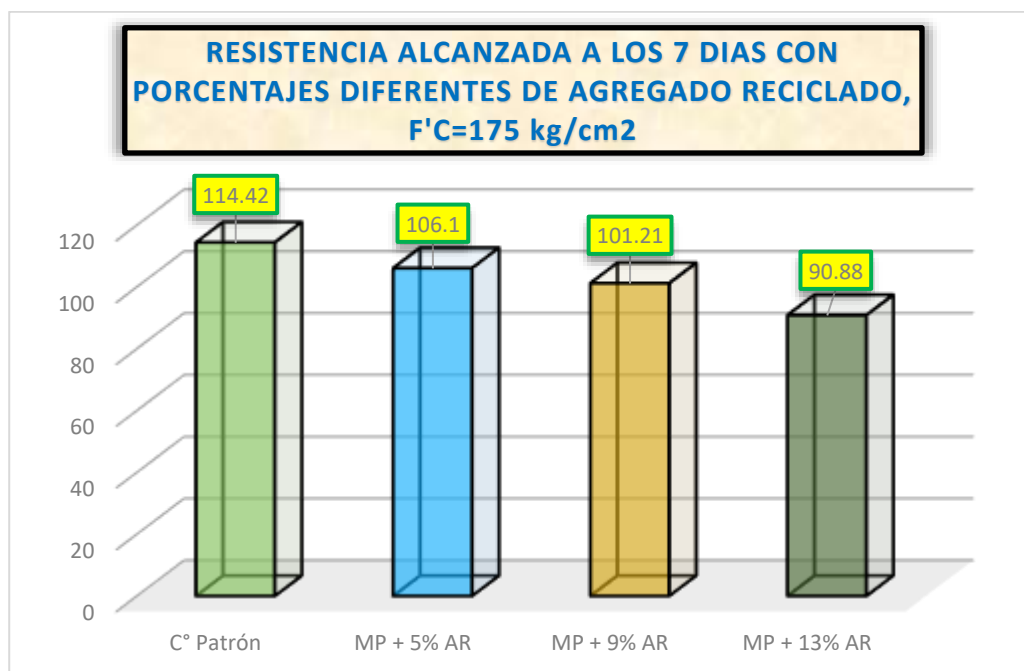
Resumen de esfuerzo alcanzado a la compresión con agregado recicl. a 7 días

Resistencia-7 días			
Muestras	Esfuerzos(kg/cm ²)	Diseño(kg/cm ²)	%Variación
C° Patrón	114.42		0.38
MP + 5% AR	106.10	113.75	-4.37
MP + 9% AR	101.21		-7.17
MP + 13% AR	90.88		-13.07

Se exhiben los resultados de la comparación de las resistencias, con una caída de hasta un 13.07% frente al concreto patrón.

Figura 20

Esfuerzo alcanzado a los 7 días, con porcentajes diferentes de agregado reciclado



La figura anterior nos enseña o nos muestra las variaciones de las resistencias a la compresión de todas las muestras con incorporación de agregado reciclado en 5%, 9% y 13% realizadas en nuestro estudio en el día número 7.

Prueba a los 14 días, 5%, 9% y 13%.

Tabla 25

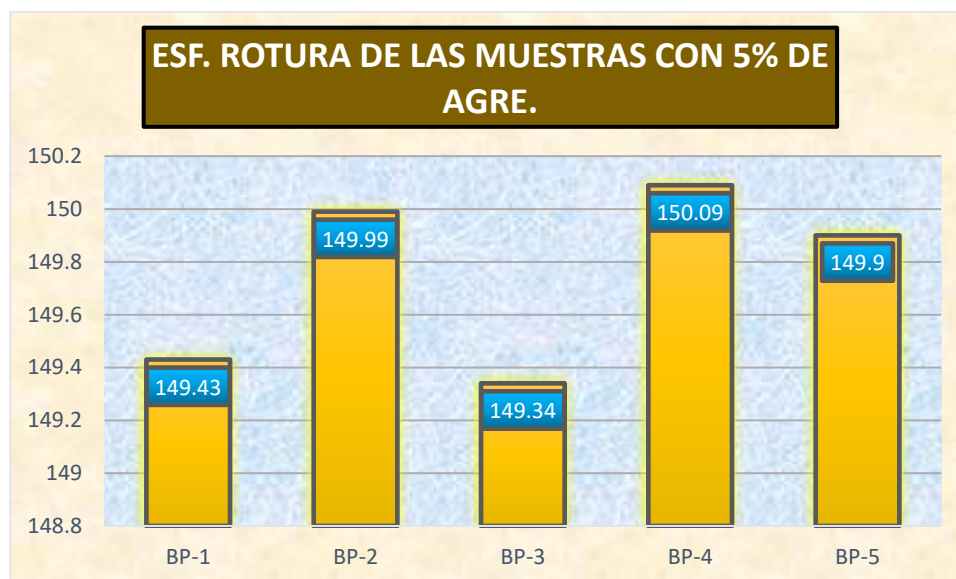
Esfuerzo alcanzado a la compresión, M1- con 5% de agregado reciclado

Nº	DETALLES DE LAS MUESTRAS	CARGAS Kg	ESF. ROTURAS Kg/cm2	F´C Kg/cm2	EDAD
1	CILINDRO EXPERIMENTAL	26441	149.43	175	14
2	CILINDRO EXPERIMENTAL	26434	149.99	175	14
3	CILINDRO EXPERIMENTAL	26425	149.34	175	14
4	CILINDRO EXPERIMENTAL	26453	150.09	175	14
5	CILINDRO EXPERIMENTAL	26419	149.9	175	14
Promedio-Rotura			149.75		

En la tabla se aprecian las distintas cargas soportadas por los 5 testigos de prueba con un diseño de 175kg/cm2 con sustitución 5% de agregado reciclado durante sus primeros 14 días requeridos para el curado.

Figura 21

Esfuerzo alcanzado a la compresión, muestra con 5% de agregado reciclado



La figura, presenta los valores resultantes alcanzados de esfuerzo de fallo de un concreto permeable con 5% de agregado reciclado, obteniéndose resultados variables con un pico más alto de 150.09kg/cm2 a los 14 días.

Tabla 26

Esfuerzo alcanzado a la compresión, M2- con 9% de agregado reciclado

Nº	DETALLES DE LAS MUESTRAS	CARGAS Kg	ESF. ROTURAS Kg/cm2	F'c Kg/cm2	EDAD
1	CILINDRO EXPERIMENTAL	25686	145.16	175	14
2	CILINDRO EXPERIMENTAL	25673	145.67	175	14
3	CILINDRO EXPERIMENTAL	25692	145.19	175	14
4	CILINDRO EXPERIMENTAL	25684	145.73	175	14
5	CILINDRO EXPERIMENTAL	25695	145.79	175	14
Promedio De Esf. Rotura			145.51		

En la tabla se aprecian las distintas cargas soportadas por los 5 testigos de prueba con un diseño de 175kg/cm2 con sustitución 9% de agregado reciclado durante sus primeros 14 días requeridos para el curado.

Figura 22

Esfuerzo alcanzado a la compresión, muestra con 9% de agregado reciclado



La figura, presenta los valores resultantes alcanzados de esfuerzo de fallo de un concreto permeable con 9% de agregado reciclado, obteniéndose resultados variables con un pico más alto de 145.79kg/cm2 a los 14 días.

Tabla 27

Esfuerzo alcanzado a la compresión, M3- con 13% de agregado reciclado

Nº	DETALLES DE LAS MUESTRAS	CARGAS Kg	ESF. ROTURAS Kg/cm2	F'c Kg/cm2	EDAD
1	CILINDRO EXPERIMENTAL	24460	138.23	175	14
2	CILINDRO EXPERIMENTAL	24448	138.72	175	14
3	CILINDRO EXPERIMENTAL	24453	138.19	175	14
4	CILINDRO EXPERIMENTAL	24459	138.78	175	14
5	CILINDRO EXPERIMENTAL	24442	138.68	175	14
Promedio De Esf. Rotura			138.52		

En la tabla se aprecian las distintas cargas soportadas por los 5 testigos de prueba con un diseño de 175kg/cm2 con sustitución 13% de agregado reciclado durante sus primeros 14 días requeridos para el curado.

Figura 23

Esfuerzo alcanzado a la compresión, muestra con 13% de agregado reciclado



La figura, presenta los valores resultantes alcanzados de esfuerzo de fallo de un concreto permeable con 13% de agregado reciclado, obteniéndose resultados variables con un pico más alto de 138.78kg/cm2 a los 14 días.

Tabla 28

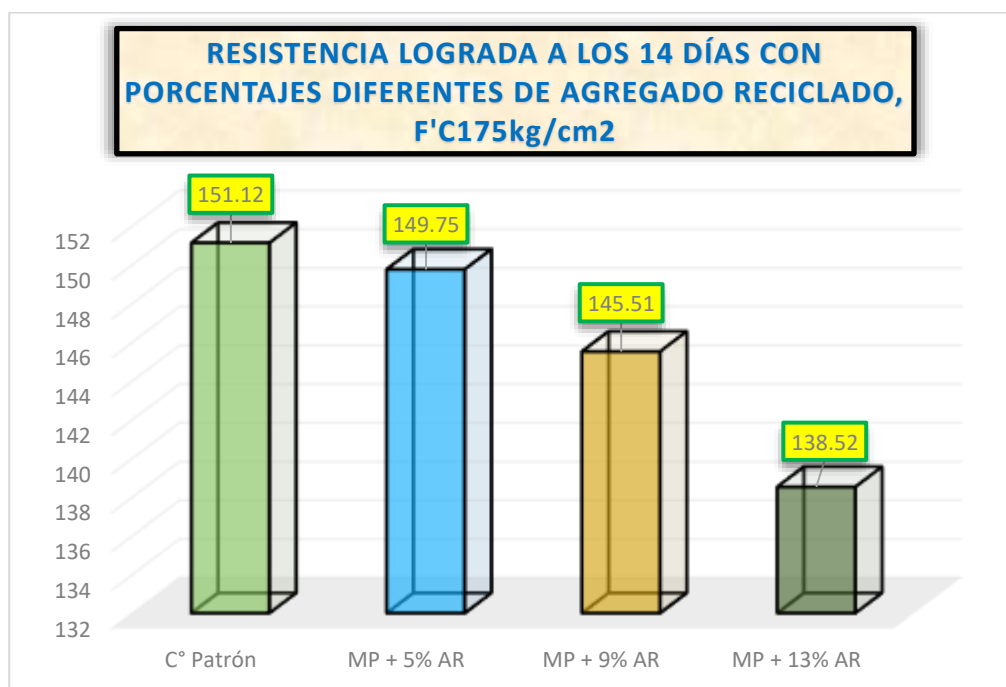
Resumen de resistencias de concreto + agregado recicl. a 14 días

Resistencia – 14 días			
Muestras	Esfuerzo(kg/cm ²)	Diseño(kg/cm ²)	%Variación
C° Patrón	151.12		-2.64
MP + 5% AR	149.75	157.5	-4.43
MP + 9% AR	145.51		-5.85
MP + 13% AR	138.52		-9.85

En la tabla se exhibe la comparación de las resistencias obtenidas, registrando una disminución de hasta un 9.85% en comparación con el diseño.

Figura 24

Esfuerzo alcanzado a los 14 días, con porcentajes diferentes de agregado reciclado



La figura anterior nos enseña o nos muestra las variaciones de las resistencias compresiva de todas las muestras con incorporación de agregado reciclado en 5%, 9% y 13% realizadas en nuestro estudio en el día número 14.

- Prueba a los 28 días, 5%, 9% y 13%

Tabla 29

Esfuerzo alcanzado a la compresión, M1- con 5% de agregado reciclado

Nº	DETALLES DE LAS MUESTRAS	CARGAS Kg	ESF. ROTURAS Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD
1	CILINDRO EXPERIMENTAL	29301	165.59	175	28
2	CILINDRO EXPERIMENTAL	29309	166.3	175	28
3	CILINDRO EXPERIMENTAL	29295	165.55	175	28
4	CILINDRO EXPERIMENTAL	29286	166.17	175	28
5	CILINDRO EXPERIMENTAL	29327	166.4	175	28
Promedio-Rotura			166		

Se aprecian las distintas cargas soportadas por los 5 testigos de prueba con un diseño de 175kg/cm² con sustitución 5% de agregado reciclado durante los 28 días requeridos para el curado.

Figura 25

Esfuerzo alcanzado a la compresión, muestra con 5% de agregado reciclado



La figura, presenta los valores resultantes alcanzados de esfuerzo de fallo de un concreto permeable con 5% de agregado reciclado, obteniéndose resultados variables con un pico más alto de 166.40kg/cm² a los 28 días.

Tabla 30

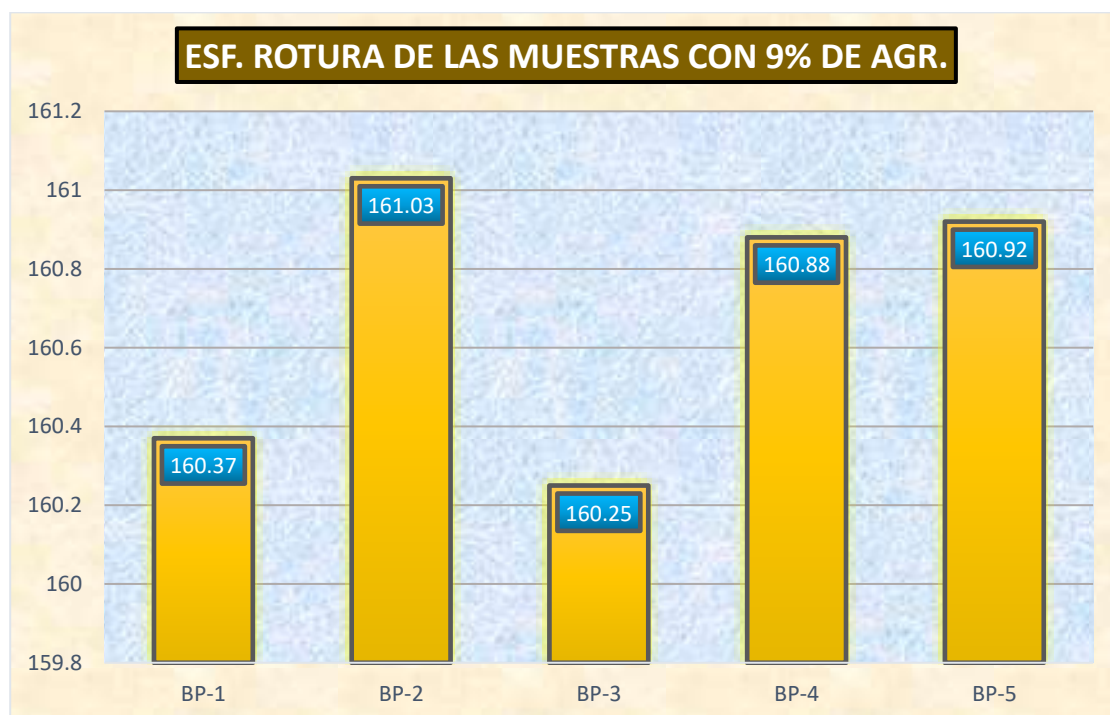
Esfuerzo alcanzado a la compresión, M2- con 9% de agregado reciclado

Nº	DETALLES DE LAS MUESTRAS	CARGAS Kg	ESF. ROTURAS Kg/cm2	F'c Kg/cm2	EDAD
1	CILINDRO EXPERIMENTAL	28377	160.37	175	28
2	CILINDRO EXPERIMENTAL	28381	161.03	175	28
3	CILINDRO EXPERIMENTAL	28356	160.25	175	28
4	CILINDRO EXPERIMENTAL	28354	160.88	175	28
5	CILINDRO EXPERIMENTAL	28361	160.92	175	28
Promedio-Rotura			160.69		

En la tabla se aprecian las distintas cargas soportadas por los 5 testigos de prueba con un diseño de 175kg/cm2 con sustitución 9% de agregado reciclado durante los 28 días requeridos para el curado.

Figura 26

Esfuerzo alcanzado a la compresión, muestra con 9% de agregado reciclado



La figura 25, presenta los valores resultantes alcanzados de esfuerzo de fallo de un concreto permeable con 9% de agregado reciclado, obteniéndose resultados variables con un pico más alto de 161.03kg/cm2 a los 28 días.

Tabla 31

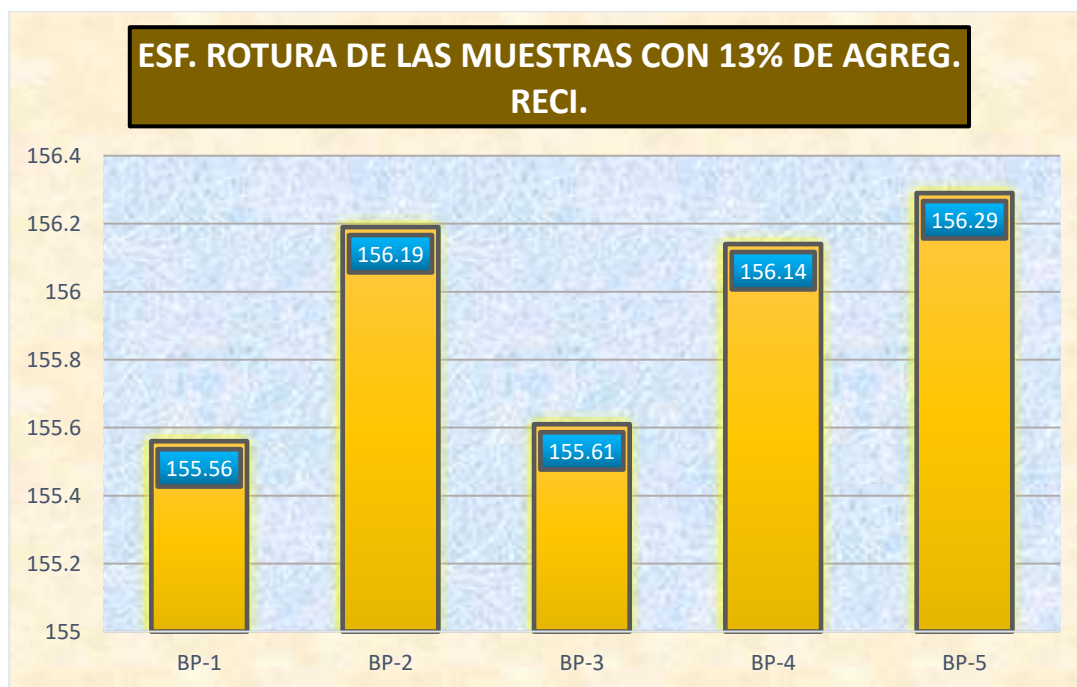
Esfuerzo alcanzado a la compresión, M3- con 13% de agregado reciclado

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA A Kg	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'CKKg/cm ²	EDAD Días
1	CILINDRO EXPERIMENTAL	27526	155.56	175	28
2	CILINDRO EXPERIMENTAL	27528	156.19	175	28
3	CILINDRO EXPERIMENTAL	27535	155.61	175	28
4	CILINDRO EXPERIMENTAL	27519	156.14	175	28
5	CILINDRO EXPERIMENTAL	27546	156.29	175	28
Promedio-Rotura			155.96		

En la tabla se aprecian las distintas cargas soportadas por los 5 testigos de prueba con un diseño de 175 kg/cm² con sustitución 13% de agregado reciclado durante los 28 días requeridos para el curado.

Figura 27

Esfuerzo alcanzado a la compresión, muestra con 13% de agregado reciclado



Se presenta los datos obtenidos del esfuerzo de fallo de un concreto permeable con 13% de agregado reciclado, obteniéndose resultados variables con un pico más alto de 156.29kg/cm² a los 28 días.

Tabla 32

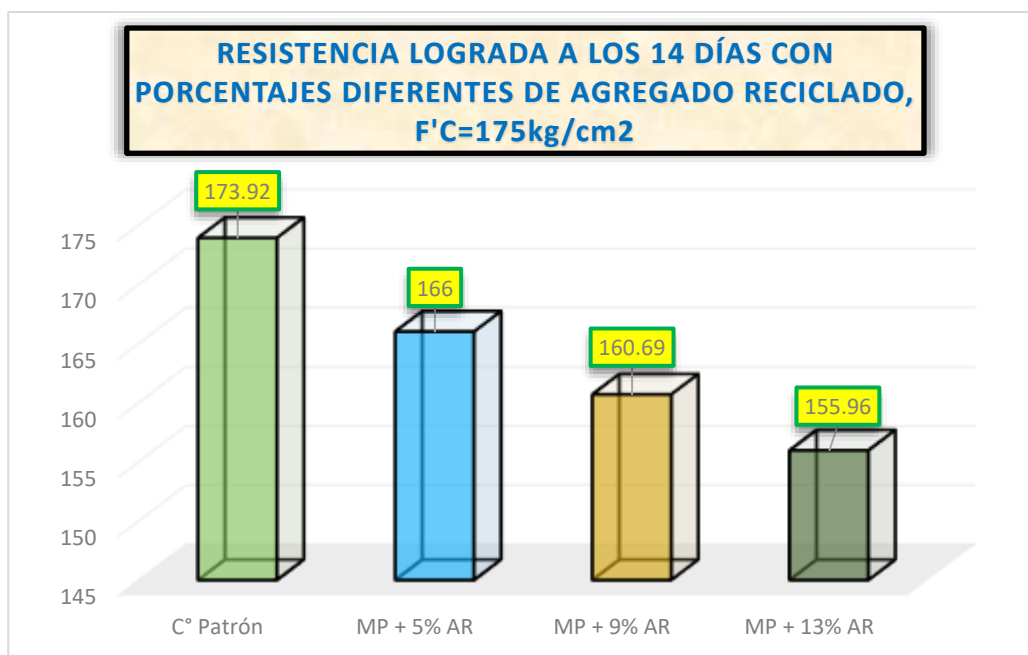
Resistencias con agregado recicl. a 28 días requeridos para el curado

Resistencia – 28 días			
Muestras	Esfuerzos(kg/cm ²)	Diseño(kg/cm ²)	%Variación
C° Patrón	173.92		-0.62
MP + 5% AGRE	166.00	175.00	-5.14
MP + 9% AGRE	160.69		-8.18
MP + 13% AGRE	155.96		-10.88

Se resumen los valores de resistencia compresiva alcanzados durante el ensayo, evidenciándose una variación negativa de hasta el 10.88% respecto a los parámetros establecidos en el diseño de mezcla base.

Figura 28

Esfuerzo alcanzado a los 28 días, con porcentajes diferentes de agregado reciclado



La figura anterior nos enseña o nos muestra las variaciones de las resistencias compresivas de todas las muestras con incorporación de agregado reciclado en 5%, 9% y 13% realizadas en nuestro estudio en el día número 28.

Cuadro comparativo de esfuerzo a compresión

Tabla 33

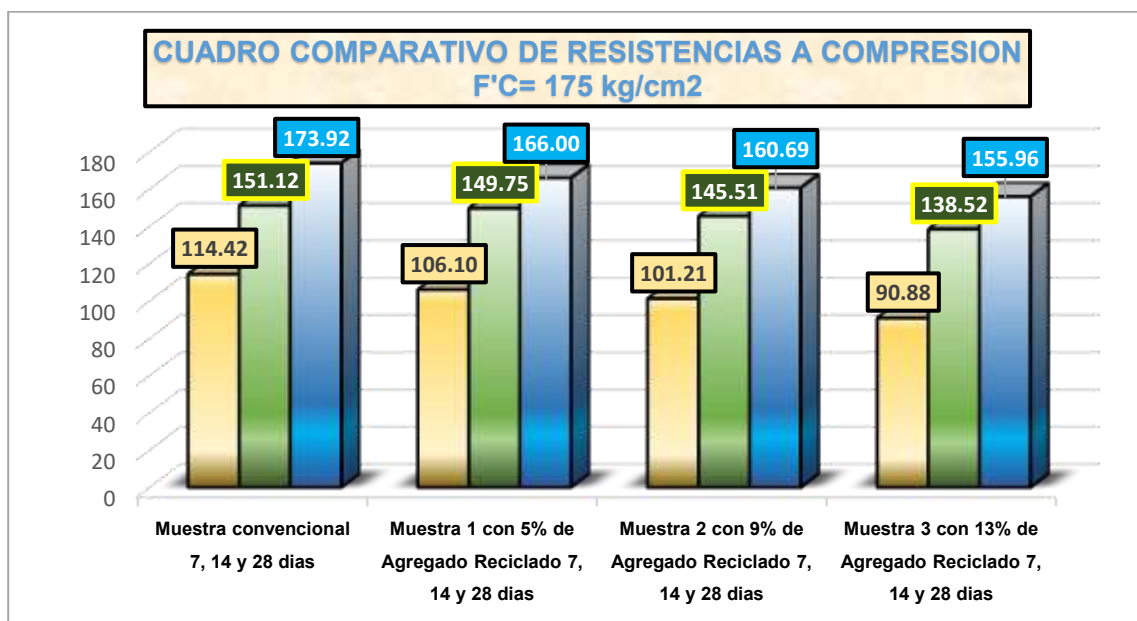
Comparación de esfuerzos en edades diferentes y porcentajes de agregado reciclado

DESCRIPCIÓN	Prueba a 7 días	Prueba a 14 días	Prueba a 28 días
Muestra convencional	114.42	151.12	173.92
Muestra 1 + 5% de AGRE.	106.10	149.75	166.00
Muestra 2 + 9% de AGRE.	101.21	145.51	160.69
Muestra 3 + 13% de AGRE.	90.88	138.52	155.96

Se observa las distintas variaciones de los esfuerzos a compresión con sustitución de agregado grueso, siendo el mejor resultado la muestra patrón con 173.92kg/cm², mientras que la sustitución de la grava por agregado reciclado a mayor cantidad, mayor fue la reducción en cuanto a su resistencia a la compresión dándonos 166kg/cm², 160.69kg/cm² y 155.96kg/cm² para 5%, 9% y 13% respectivamente.

Figura 29

Análisis comparativo de resistencias obtenidos a 7, 14 y 28 días días



Se muestra la evolución en cuanto a las resistencias compresivas a los 7, 14 y 28 días de cada una de las muestras realizadas en nuestro presente estudio, lográndose apreciar las diferentes evoluciones de un concreto permeable y otros concretos permeables con sustituciones en diferentes valores de agregado reciclado.

4.2 Discusión de resultados

La presente discusión se fundamenta en el análisis comparativo entre los resultados experimentales obtenidos en este estudio y los antecedentes teóricos y prácticos revisados en el Capítulo II, especialmente aquellos relacionados con el diseño y comportamiento del concreto permeable incorporando agregados reciclados. Esta comparación permite identificar puntos de coincidencia, discrepancias metodológicas y nuevos aportes al conocimiento técnico, considerando las condiciones específicas de ejecución en la provincia de San Román.

Entre las investigaciones contrastadas, destaca el estudio de Bazalar y Cadenillas (2019), quienes desarrollaron una propuesta de mezcla para concreto permeable con una sustitución del 25% de agregado grueso por concreto reciclado. Su dosificación contempló proporciones particulares ajustadas a las características del agregado reciclado utilizado, con el objetivo de satisfacer requerimientos específicos de resistencia y permeabilidad. A diferencia de dicha investigación, el presente estudio propuso una sustitución parcial más moderada del agregado grueso natural en porcentajes del 5%, 9% y 13%, orientada a alcanzar una resistencia característica de 175 kg/cm².

La comparación revela que Bazalar y Cadenillas incrementaron la cantidad de cemento respecto a la dosificación aquí empleada, lo cual podría responder a la necesidad de contrarrestar la menor adherencia y mayor porosidad del agregado reciclado. Asimismo, su relación agua/cemento presenta una leve variación, lo que puede haber influido en la trabajabilidad y en la capacidad de infiltración del concreto. Estos factores evidencian cómo el comportamiento del material reciclado, en función de sus propiedades físicas, puede requerir ajustes específicos en la formulación de la mezcla.

Cabe destacar que la mezcla patrón del presente trabajo formulada exclusivamente con agregados naturales se estableció en una proporción base de cemento: 1; agregado grueso: 2.79; agregado fino: 1.85; agua: 0.49. Esta dosificación busca garantizar la permeabilidad del concreto sin comprometer su resistencia. A partir de esta base, se

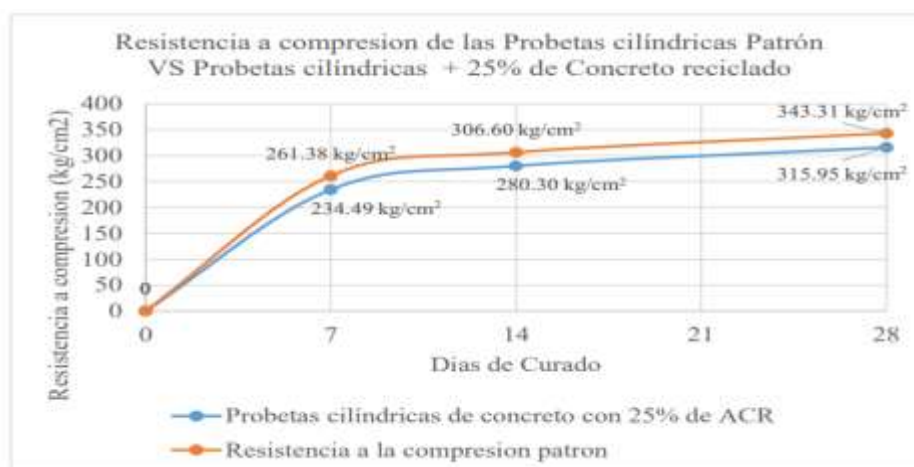
introdujeron progresivamente agregados reciclados en tres niveles de sustitución parcial, lo cual implicó ajustes en la dosificación debido a características como la mayor absorción, rugosidad y forma angular del material reciclado.

En la comparación detallada con el estudio de Bazalar y Cadenillas, se evidencian diferencias sustanciales: un mayor contenido de cemento en un 8.28%, una reducción del 45.87% en agregado grueso y un incremento del 14.87% en agregado fino, además de una mayor cantidad de agua en un 4.31%. Estas variaciones responden a enfoques distintos en la cuantificación del agregado reciclado y reflejan cómo las condiciones locales, la naturaleza del material disponible y los criterios técnicos adoptados influyen directamente en la formulación de la mezcla.

Finalmente, los resultados obtenidos en las pruebas de compresión muestran que las muestras con agregados reciclados presentaron una evolución favorable en su resistencia a lo largo del tiempo de curado. Este comportamiento confirma la viabilidad del empleo de agregados reciclados en la producción de concreto permeable, siempre que se garantice un diseño de mezcla riguroso y se controlen adecuadamente las propiedades del material incorporado, con especial atención a la granulometría, absorción y consistencia del mismo.

Figura 30

Comparación de la evolución resistencias a compresión en edades 7, 14 y 28 días



Nota. Bazalar & Cadenillas (2019)



Resistencia a compresión con sustitución de agregado reciclado.

En el marco de la presente investigación, cuyo propósito fue determinar la influencia de la incorporación de agregados reciclados sobre la resistencia a la compresión de un concreto permeable con $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en la provincia de San Román, se obtuvieron resultados significativos a partir de los ensayos realizados a diferentes edades de curado (7, 14 y 28 días). Las muestras patrón, es decir, aquellas elaboradas exclusivamente con agregados naturales, alcanzaron resistencias promedio de 114.42 kg/cm^2 a los 7 días, 151.12 kg/cm^2 a los 14 días, y 179.92 kg/cm^2 a los 28 días, constituyendo así la línea base para la comparación con las mezclas experimentales.

En cuanto a las mezclas modificadas con sustitución parcial de agregado reciclado, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Para la mezcla con 5% de agregado reciclado, las resistencias fueron de 106.10 kg/cm^2 (7 días), 149.75 kg/cm^2 (14 días) y 166.00 kg/cm^2 (28 días).
- Con una sustitución del 9%, los valores obtenidos fueron 101.21 kg/cm^2 , 145.51 kg/cm^2 y 160.69 kg/cm^2 , respectivamente.
- Finalmente, para la mezcla con 13% de agregado reciclado, las resistencias alcanzadas fueron 90.88 kg/cm^2 , 138.52 kg/cm^2 y 155.96 kg/cm^2 , en ese mismo orden.

Estos datos evidencian que, si bien la resistencia a la compresión disminuye a medida que se incrementa el porcentaje de agregado reciclado, el uso del 5% representa la proporción más eficiente, ya que mantiene una resistencia aceptable sin comprometer en exceso el desempeño mecánico del concreto. La diferencia respecto al concreto patrón se vuelve más pronunciada a mayor porcentaje de sustitución, mostrando una tendencia descendente en la capacidad del material para soportar cargas compresivas.



Desde una perspectiva comparativa con investigaciones previas, a nivel internacional, el estudio de Mora (2017) reporta que, a los 28 días requeridos para el curado, las muestras sin agregado reciclado alcanzaron una resistencia de 218.10 kg/cm², mientras que aquellas con un 7% de agregado reciclado lograron superar esta cifra en un 5%, demostrando que una dosificación moderada puede incluso mejorar ciertas propiedades cuando se optimizan las condiciones del diseño de mezcla.

En el contexto nacional, la investigación realizada por Estela y Vásquez (2020) indica que, tras 28 días de fraguado, las muestras con adición de partículas de caucho reciclado mostraron un incremento de resistencia a la compresión de hasta un 6% por encima del valor de diseño inicial, lo que evidencia que la correcta integración de materiales reciclados puede resultar beneficiosa si se controlan adecuadamente las proporciones y características del agregado.

En el ámbito regional, el estudio de Machaca (2020), realizado en la ciudad de Juliaca, demostró que al emplear concreto reciclado en proporciones controladas, es posible obtener mejoras de resistencia frente a la mezcla patrón convencional, aunque también se advierte que un exceso en la sustitución tiende a reducir la capacidad de carga del material, generando resultados inferiores cuando se supera el umbral adecuado.

En síntesis, tanto los datos obtenidos en la presente investigación como los antecedentes revisados coinciden en señalar que el uso de agregados reciclados puede ser una alternativa técnicamente viable en concretos no estructurales como el permeable, siempre que se respete un límite racional de sustitución, siendo el 5% una proporción óptima para mantener un buen equilibrio entre sostenibilidad, desempeño mecánico y durabilidad.

CONCLUSIONES

General, la incidencia del empleo de agregado reciclado proveniente del tratamiento de demoliciones de elementos estructurales influye significativamente en la propiedad mecánica de un concreto permeable, debido a que reduce la trabajabilidad de la mezcla fresca de concreto y asimismo disminuye la resistencia a la compresión del concreto conforme mayor sea la sustitución de agregados naturales por agregado reciclado.

Primera, el diseño de mezclas de un concreto permeable de $f'c175 \text{ kg/cm}^2$ se realiza de acuerdo a la normativa ACI-522r-10, dependiendo de la caracterización física mecánica de los agregados de la Cantera Unocolla, los cuales fueron óptimos y conformes para su utilización en el diseño de mezcla, además de ello se realizó la sustitución de agregado naturales por agregados reciclados de origen estructural de edificaciones.

Segunda, el asentamiento de la muestra patrón y del concreto con sustitución de 5%, 9% y 13%, es de 3.0", 3.5", 3.3" y 3.1" respectivamente, lo cual indica que la incorporación de agregado reciclado reduce el asentamiento conforme se incrementa el porcentaje de sustitución, sin embargo los porcentajes elegidos están dentro del rango trabajabilidad que es de 3" a 4"; además, la permeabilidad a los 28 días de edad de la muestra patrón y con sustituciones de 5%, 9% y 13% alcanzaron 1.41 cm/seg, 1.17 cm/seg, 1.19 cm/seg y 1.24 cm/seg respectivamente, donde la muestra patrón y la sustitución del 13% de concreto reciclado muestra un mejor rendimiento en cuanto a permeabilidad respecta.

Tercera, la incidencia del empleo de agregado reciclado como sustituto de agregado grueso en proporciones de 5%, 9% y 13% es negativa sobre la propiedad mecánica de un concreto permeable, puesto que la resistencia a la compresión a los 28 días de la muestra patrón y las sustituciones de 5%, 9% y 13%, muestran esfuerzos de 173.92 kg/cm^2 , 166.00 kg/cm^2 , 160.69 kg/cm^2 y 155.96 kg/cm^2 respectivamente, en el que se denota que la sustitución del 5% es el más cercano hacia un concreto de resistencia estándar y



aceptable; en tal sentido, mientras mayor es la sustitución de agregados la resistencia a la compresión se reduce significativamente.



RECOMENDACIONES

General, emplear agregados reciclados provenientes de diferentes trabajos de demolición, mismos que podrían servir como base para la elección de que tipo de materiales emplear para el mejoramiento y/u optimización de los concretos porosos destinados a la evacuación o filtro de agua pluviales.

Primera, es importante desarrollar estudios que evalúen el desempeño del concreto permeable con agregados reciclados en condiciones de exposición prolongada, considerando aspectos como durabilidad, resistencia a ciclos de humedad-sequedad, congelamiento y deshielo, así como su comportamiento bajo condiciones ambientales propias de la región altoandina.

Segunda, Se recomienda realizar estudios piloto en obras reales de pavimentación o urbanismo dentro de la provincia de San Román, para validar en campo la eficiencia del concreto permeable con agregados reciclados y su contribución a la sostenibilidad y reutilización de residuos de construcción.

Tercera, Se sugiere investigar el efecto del uso de aditivos químicos, fibras o materiales cementantes suplementarios (como ceniza volante o puzolana natural) que puedan mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto con agregados reciclados, sin alterar su capacidad de infiltración.

Cuarta, Se recomienda explorar el uso de otros tipos de agregados reciclados provenientes de diferentes elementos estructurales (como columnas, vigas o losas) y de distintas fuentes de demolición, a fin de evaluar si las propiedades mecánicas del concreto permeable varían según el tipo y origen del material reciclado.



REFERENCIAS

- Arias, F. (2012). *El PROYECTO de INVESTIGACIÓN. Introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.
- Alcalde Cajo, T. del M., & Fernández Cardozo, V. M. Y. (2024). Desempeño del concreto permeable en pavimentos urbanos para la evacuación de aguas pluviales. *Repositorio Institucional - USS*.
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/13057>
- Arcila Castro, A., Fernando Silva, Y., Medina, D. F., & Delvasto Arjona, S. (2022). Efecto de tratamientos en agregados reciclados sobre las propiedades en estado fresco y endurecido de concretos autocompactantes. *Revista EIA*, 19(38), 14.
- Arcos Mansilla, C. C. (2022). *Concreto permeable para el control de aguas pluviales en vías urbanas en la ciudad de Abancay, 2019*.
<http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1080>
- Ayala López, J. E., Gil Ahumada, E., Cornejo Ramos, R. D., & Muñoz Pérez, S. P. (2022). Metodologías empleadas para la producción de concreto permeable usando parcialmente materiales reciclados como agregados: Una revisión literaria. *TecnoLógicas*, 53, 2080.
- Barazorda Romero, R. D. (2024). *Comportamiento mecánico y permeabilidad de la sustitución parcial de fibras PET recicladas para concreto poroso en pavimentos, en la ciudad de Abancay, Apurímac, 2024*.
<http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1505>
- Benites, R. (2024). *Porcentajes de agregado fino reciclado sobre las propiedades mecánicas y de durabilidad en concreto estructural Trujillo 2023*.
<https://dspace.unitru.edu.pe/items/2160b628-12e4-43cf-9e69-f06ccd396e66>



- Cornejo Ramos, R. D. (2023). Elaboración de adoquín de concreto permeable para facilitar el drenaje de aguas pluviales en la Región de Lambayeque. *Repositorio Institucional - USS*. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/12064>
- 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>
- Espinoza Zevallos, L. V., & Rojas Garriazo, K. A. (2022). Tipos de aditivos para mejorar las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto elaborado con agregado reciclado: Revisión sistemática. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/1631476>
- Gallegos Barrientos, F. A. (2021). *Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del concreto permeable con adición de fibras de vidrio para pavimentos – Coracora 2021*.
- González-de-la-Fuente, A., López-León, L. D., Volpi-León, V., Correa-Castro, Y. P., Lizárraga-Mendiola, L., & Castañeda-Robles, I. E. (2024). Utilización de residuos mineros en concreto permeable como alternativa de construcción sostenible. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 12(23), Article 23. <https://doi.org/10.29057/icbi.v12i23.11521>
- 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>
- Hernandez & Baptista. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. Mexico.
- Hilares Suel, K. Y., & Camacho Ortiz, J. S. (2023). *Evaluación del comportamiento del concreto poroso permeable mediante la incorporación de plastómeros en el distrito*



de Chalhuanca, provincia de Aymaraes – Apurímac.

<http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1341>

Leguia Baldarrago, J. (2024). *Diseño de pavimento permeable adicionando fibras de vidrio y su impacto en las propiedades del concreto poroso, Urbanización Lirios, Andahuaylas 2023.*

Luque Mamani, H. W. (2022). *Análisis de las propiedades físico mecánicas del adobe con incorporación de agregados reciclados en la ciudad de Juliaca, Puno 2022.*

Obregón Cueva, J. D. (2021). *Relación entre la estructura de vacíos y las propiedades de un concreto permeable para su uso en pavimentos – 2021.*

Panduro Saboya, S. J., & Sinti Rios, R. B. (2021). *Propuesta de diseño de pavimento, utilizando concreto permeable para el control del drenaje pluvial en el distrito de la Banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martín.*
<http://hdl.handle.net/20.500.14503/1743>

Pardo Becerra, J. M. (2024). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto con la sustitución del agregado grueso por agregado de concreto reciclado.*

Robles Rodríguez, E. S., & Trujillano Quispe, F. S. (2024). *Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto permeable incorporando fibras de vidrio alcalino resistente.* <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/2873423>

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.*

Rosales Flores, E. L. (2024). *Análisis de la capacidad de drenaje del concreto poroso con adición de caucho reciclado para pavimentos en vías urbanas del distrito de Jauja.*
<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/11472>



Torres Lopez, J. C. V. H. (2024). Diseño de concreto permeable con 8%, 12% y 16% de vacios para el desempeño en pavimento rigido, Pasco 2022. *Universidad Peruana Los Andes*. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/8335>

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>



ANEXOS



Anexo 01. Matriz de consistencia

Título de tesis: "INCIDENCIA DEL EMPLEO DE AGREGADO RECICLADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN"				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es la incidencia del empleo de agregado reciclado de elementos estructurales sobre la propiedad mecánica de un concreto permeable en la provincia de San Román?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar la incidencia del empleo de agregado reciclado de elementos estructurales sobre la propiedad mecánica de un concreto permeable en la provincia de San Román.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La incidencia del empleo de agregado reciclado de elementos estructurales sobre la propiedad mecánica de un concreto permeable en la provincia de San Román será positiva.</p>	<p>Variable Independiente <i>AGREGADO RECICLADO</i></p> <p>Dimensiones: <i>Granulometría</i> <i>Contenido de Humedad</i> <i>Peso Unitario Seco</i> <i>Peso específico y absorción</i></p> <p>Variable Dependiente <i>PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO PERMEABLE</i></p> <p>Dimensiones: <i>Característica de los agregados.</i> <i>Granulometría de los agregados.</i> <i>Dosificación.</i> <i>Resistencia a la compresión (F'c) a los 7, 14 y 28 días.</i></p>	<p>Fichas de control de calidad (diseño de mezclas)</p> <p>Equipos y herramientas de laboratorio</p>
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
<p>¿Cuál será el diseño de mezcla de un concreto permeable de $f'c=175$ kg/cm², según la caracterización física mecánica de los agregados a emplear?</p> <p>¿Cómo incide el empleo de agregado reciclado como sustituto de agregado grueso en proporciones de 5%, 9% y 13% sobre el asentamiento y la permeabilidad de un concreto permeable?</p> <p>¿Cómo incide el empleo de agregado reciclado como sustituto de agregado grueso en proporciones de 5%, 9% y 13% en la propiedad mecánica de un concreto de resistencia a la compresión $F'c=175$ kg/cm²?</p>	<p>Elaborar el diseño de mezcla de un concreto permeable de $f'c=175$ kg/cm², según la caracterización física mecánica de los agregados a emplear.</p> <p>Evaluar la incidencia del empleo de agregado reciclado como sustituto de agregado grueso en proporciones de 5,9 y 13% sobre el asentamiento y la permeabilidad de un concreto permeable</p> <p>Evaluar la incidencia del empleo de agregado reciclado como sustituto de agregado grueso en proporciones de 5,9 y 13% en la propiedad mecánica de un concreto de resistencia a la compresión $F'c=175$ kg/cm².</p>	<p>El diseño de mezcla de un concreto permeable de $f'c=175$ kg/cm², según la caracterización física mecánica de los agregados de la Cantera será de respectivamente.</p> <p>La incidencia del empleo de agregado reciclado como sustituto de agregado grueso en proporciones de 5,9 y 13% sobre el asentamiento y la permeabilidad de un concreto permeable mejorara las propiedades citadas.</p> <p>La incide del empleo de agregado reciclado como sustituto de agregado grueso en proporciones de 5,9 y 13% en la propiedad mecánica de un concreto de resistencia a la compresión $F'c=175$ kg/cm² será relativamente buena dándose un incremento en esta.</p>		



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



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

PROYECTO : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE AGREGADO RECICLADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. JUAN EDWIN SALAS QUISPE

CANTERA : ISLA

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN

FECHA : 20 DE SETIEMBRE DEL 2023

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI-R522r-10

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

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 0"

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI PORTLAND 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: **3/8" (9.53mm)**

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

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.45	2.56
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1641	1740
P.U. Suelto	1501	1598
% de Absorción	3.35	4.03
% de Humedad Natural	4.04	6.43
Módulo de Elasticidad		3.24

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- La relación agua cemento se obtiene de las tablas proporcionadas por el ACI 522: **0.40**
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un DMN: **3/8" (9.53mm)**
- Contenido de vacíos: **USO N° 8 Cv = 19 %**
- Determinación de volumen de pasta: **= 0.23** Ligeramente compactado
- Cálculo de volúmenes

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

Vol. A. Grueso (Vag) = **0.58**

A. grueso = **1448.506 kg**



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Juan Torres
C.I. 443257

BIE: 8066-00314817



6. Cantidad de cemento

Cemento	=	306.31	kg
Volumen de cemento	=	0.107	m ³
Cont. de Agua	=	122.52	kg
Vol. de Agua	=	0.123	m ³
Volumen total de sólidos	=	0.81	m ³

7. Considerando un Porcentaje de Finos

Porcentaje de Finos:	5	%					
Vol. A. Grueso (Vag)	=	0.551	Vol. A. Grueso (Vag)	=	0.029		
A grueso	=	1376.081	kg	A. fino	=	73.57	kg

Confirmar porcentajes de vacíos

19 % OK

8. Corrección por absorción, humedad y aportes

Aporte A. Grueso	1376	*	0.012	=	16.51
Aporte A. Fino	73.57	*	0.041	=	3.02
Total Aportes				=	19.528
Agua Efectiva				103.121	lt/m ³

Valores de diseño corregidos por humedad:

A Grueso Húmedo	1376	*	1.046	=	1439.381	kg/m ³
A Grueso Fino	73.57	*	1.008	=	74.159	kg/cm ³

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO	PROPORCIÓN EN VOLUMEN	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO
Cemento	306.308	1.000	306.308
Agua	122.523	0.400	103.121
Agreg. Grueso	1376.081	4.492	1439.381
Agreg. Fino	73.570	0.240	74.159
Aire	19.0 %		19.0 %

7.21 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FICP - CARR. INGENIERIA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
DIP. 103257



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

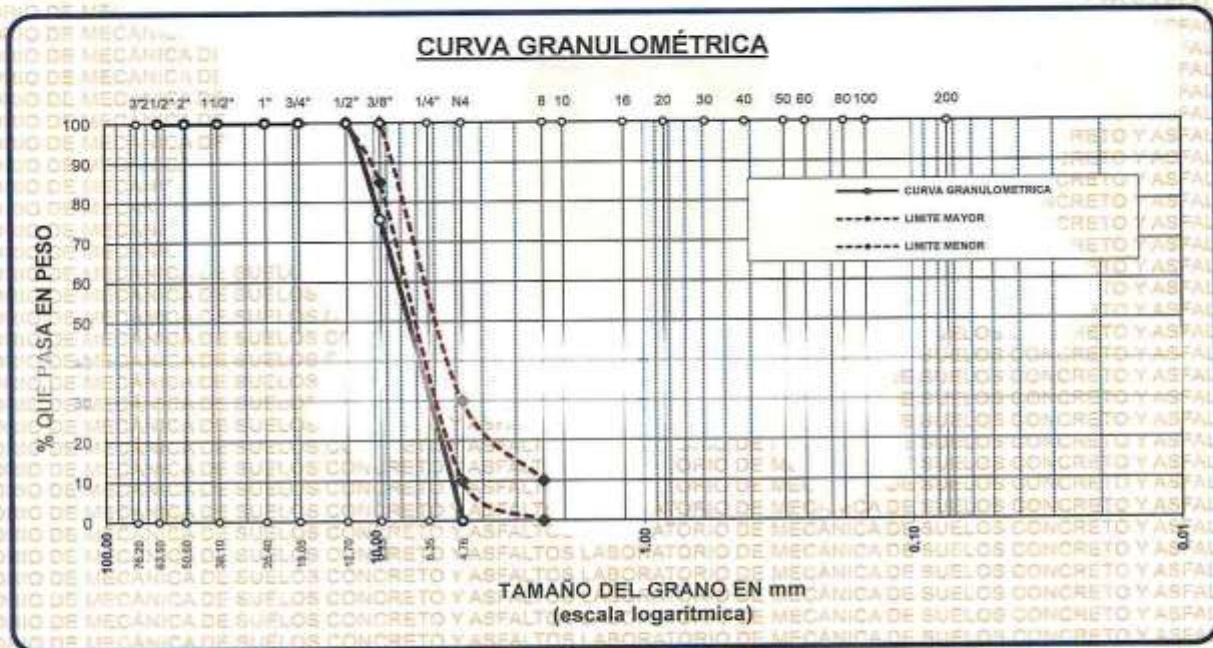


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C-33

PROYECTO : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE AGREGADO RECICLADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE : Bach. JUAN EDWIN SALAS QUISPE
CANTERA : ISLA
LUGAR : JULIACA - SAN ROMÁN
FECHA : 20 DE SETIEMBRE DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	100%T 85 - 100 % 10 - 30 %	Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/8" OBSERVACIONES:
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	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		
3/8"	9.525	850.00	24.29	24.29	75.71		
1/4"	6.350	1200.00	34.29	58.57	41.43		
No4	4.760	1450.00	41.43	100.00	0.00		
BASE		0.00	0.00	100.0	0.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE AGREGADO RECICLADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

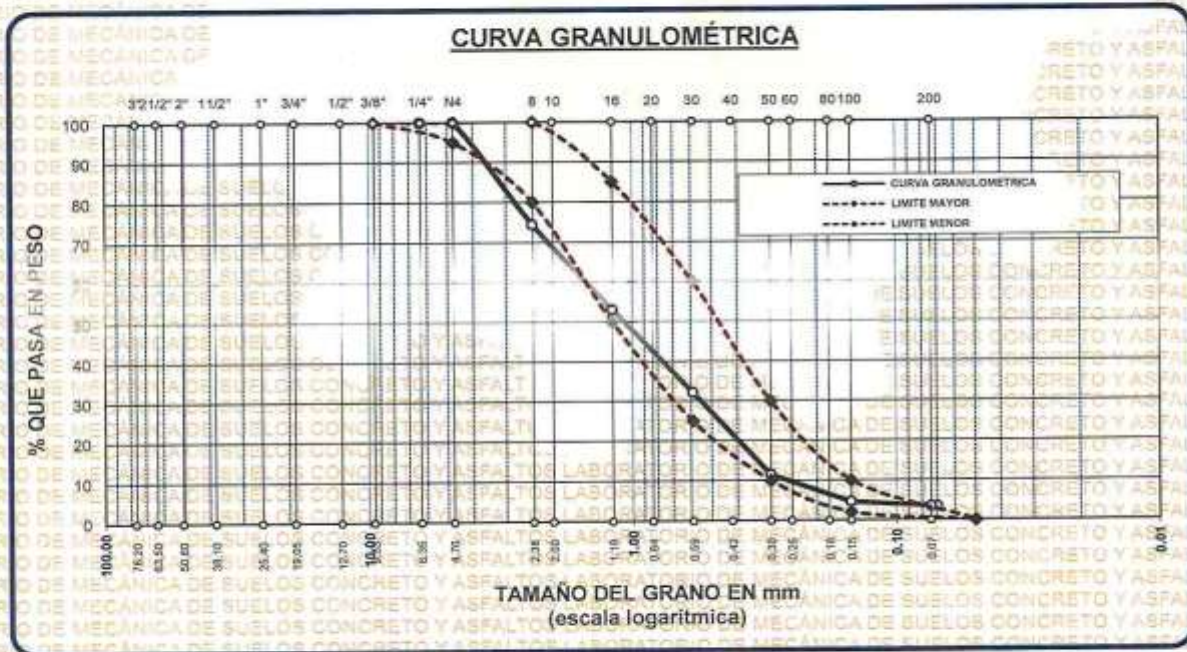
SOLICITANTE : Bach. JUAN EDWIN SALAS QUISPE

CANTERA : ISLA

LUGAR : JULIACA - SAN ROMÁN

FECHA : 20 DE SETIEMBRE DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 3.24
No8	2.380	128.11	25.62	25.62	74.38	50 - 85 %	OBSERVACIONES:
No10	2.000						
No16	1.190	106.59	21.32	46.94	53.06		
No20	0.840						
No30	0.590	104.48	20.90	67.84	32.16	25 - 60 %	
No40	0.420						
No50	0.300	103.41	20.68	88.52	11.48	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	34.36	6.87	95.39	4.61	2-10%	
No200	0.074	5.81	1.16	96.55	3.45		
BASE		17.24	3.45	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		3.45					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

[Signature]
 Mgtr. Arnulfo Yana Torres
 CIP: 103257



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE AGREGADO RECICLADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. JUAN EDWIN SALAS QUISPE

CANTERA : ISLA

LUGAR : JULIACA - SAN ROMÁN

FECHA : 20 DE SETIEMBRE DEL 2023

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	1597 gr	1597 gr	1597 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2077 cm ³	2077 cm ³	2077 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	5929.00 gr	5971.00 gr	5941.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4332.00 gr	4374.00 gr	4344.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	2.085 gr/cm ³	2.105 gr/cm ³	2.091 gr/cm ³
PROMEDIO		2.094 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	1597 gr	1597 gr	1597 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2077 cm ³	2077 cm ³	2077 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	6315.00 gr	6348.00 gr	6339.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	4718.00 gr	4751.00 gr	4742.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	2.271 gr/cm ³	2.287 gr/cm ³	2.283 gr/cm ³
PROMEDIO		2.280 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN VELÁSQUEZ
FICP - C.A.P. INGENIERÍA CIVIL

Ag. Arnaldo Yana Torres
C.I.P. 103257

BIE: B006-00314817



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C- 29 AASHTO T- 19

PROYECTO : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE AGREGADO RECICLADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. JUAN EDWIN SALAS QUISPE

CANtera : ISLA

LUGAR : JULIACA - SAN ROMÁN

FECHA : 20 DE SETIEMBRE DEL 2023

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)

PESO DEL MOLDE	1860 gr	1860 gr	1860 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3200 cm ³	3200 cm ³	3200 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	7164.00 gr	7131.00 gr	7151.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	5304.00 gr	5271.00 gr	5291.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.657 gr/cm ³	1.647 gr/cm ³	1.653 gr/cm ³
PROMEDIO		1.653 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	1860 gr	1860 gr	1860 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3200 cm ³	3200 cm ³	3200 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	7574.00 gr	7691.00 gr	7659.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5714.00 gr	5831.00 gr	5799.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.785 gr/cm ³	1.822 gr/cm ³	1.812 gr/cm ³
PROMEDIO		1.807 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAI INGENIERÍA CIVIL
 Mgtr. Arnaldo Yano Torres
 CIP: 599257

BIE: 8006-00314817



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



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

PROYECTO : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE AGREGADO RECICLADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. JUAN EDWIN SALAS QUISPE

CANTERA : ISLA

LUGAR : JULIACA - SAN ROMÁN

FECHA : 20 DE SETIEMBRE DEL 2023

MUESTRA : AGREGADO FINO

N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	507.11
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	479.09
PESO DEL TARRO (gr.)	43.48
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	463.63
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	435.61
PESO DEL AGUA (gr.)	28.02
% HUMEDAD	6.43

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	641.23
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	618.02
PESO DEL TARRO (gr.)	43.51
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	597.72
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	574.51
PESO DEL AGUA (gr.)	23.21
% HUMEDAD	4.04

OBSERVACIONES:
* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL

Juan Edwin Salas Quispe
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIR 103257

BIE: B006-00314817



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: INCIDENCIA DEL EMPLEO DE AGREGADO RECICLADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE: Bach. JUAN EDWIN SALAS QUISPE

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

FECHA: 23 DE OCTUBRE DEL 2023

CONCRETO PERMEABLE CON 13% DE AGREGADO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA + 13% A.R.	16048	15.01	176.95	90.69	175	22/09/2023	29/09/2023	7	51.82
2	BRIQUETA + 13% A.R.	16067	14.98	176.24	91.16	175	22/09/2023	29/09/2023	7	52.09
3	BRIQUETA + 13% A.R.	16024	15.01	176.95	90.56	175	22/09/2023	29/09/2023	7	51.75
4	BRIQUETA + 13% A.R.	16035	14.98	176.24	90.98	175	22/09/2023	29/09/2023	7	51.99
5	BRIQUETA + 13% A.R.	16041	14.98	176.24	91.02	175	22/09/2023	29/09/2023	7	52.01

Promedio De Esf. Rotura 90.88

51.93

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA + 13% A.R.	24460	15.01	176.95	138.23	175	22/09/2023	06/10/2023	14	78.99
2	BRIQUETA + 13% A.R.	24448	14.98	176.24	138.72	175	22/09/2023	06/10/2023	14	79.27
3	BRIQUETA + 13% A.R.	24453	15.01	176.95	138.19	175	22/09/2023	06/10/2023	14	78.97
4	BRIQUETA + 13% A.R.	24459	14.98	176.24	138.78	175	22/09/2023	06/10/2023	14	79.30
5	BRIQUETA + 13% A.R.	24442	14.98	176.24	138.68	175	22/09/2023	06/10/2023	14	79.25

Promedio De Esf. Rotura 138.52

79.15

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA + 13% A.R.	27528	15.01	176.95	155.56	175	22/09/2023	20/10/2023	28	88.89
2	BRIQUETA + 13% A.R.	27528	14.98	176.24	156.19	175	22/09/2023	20/10/2023	28	89.25
3	BRIQUETA + 13% A.R.	27535	15.01	176.95	155.61	175	22/09/2023	20/10/2023	28	88.92
4	BRIQUETA + 13% A.R.	27519	14.98	176.24	156.14	175	22/09/2023	20/10/2023	28	89.22
5	BRIQUETA + 13% A.R.	27546	14.98	176.24	156.29	175	22/09/2023	20/10/2023	28	89.31

Promedio De Esf. Rotura 155.96

89.12

OBSERVACIONES:
1. LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
Juliaca, 20 de Octubre del 2023
Dr. Arnoldo Yana Torres
CNE 703257






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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: INCIDENCIA DEL EMPLEO DE AGREGADO RECICLADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE: Bach. JUAN EDWIN SALAS QUISPE

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

FECHA: 23 DE OCTUBRE DEL 2023

CONCRETO PERMEABLE CON 9% DE AGREGADO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA + 9% A.R.	17863	15.01	176.95	100.95	175	22/09/2023	29/09/2023	7	57.69
2	BRIQUETA + 9% A.R.	17875	14.98	176.24	101.42	175	22/09/2023	29/09/2023	7	57.96
3	BRIQUETA + 9% A.R.	17856	15.01	176.95	100.92	175	22/09/2023	29/09/2023	7	57.67
4	BRIQUETA + 9% A.R.	17883	14.98	176.24	101.47	175	22/09/2023	29/09/2023	7	57.98
5	BRIQUETA + 9% A.R.	17852	14.98	176.24	101.29	175	22/09/2023	29/09/2023	7	57.88
Promedio De Esf. Rotura					101.21					57.83

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA + 9% A.R.	25686	15.01	176.95	145.16	175	22/09/2023	06/10/2023	14	82.95
2	BRIQUETA + 9% A.R.	25673	14.98	176.24	145.67	175	22/09/2023	06/10/2023	14	83.24
3	BRIQUETA + 9% A.R.	25692	15.01	176.95	145.19	175	22/09/2023	06/10/2023	14	82.97
4	BRIQUETA + 9% A.R.	25684	14.98	176.24	145.73	175	22/09/2023	06/10/2023	14	83.27
5	BRIQUETA + 9% A.R.	25695	14.98	176.24	145.79	175	22/09/2023	06/10/2023	14	83.31
Promedio De Esf. Rotura					145.51					83.15

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA + 9% A.R.	28377	15.01	176.95	160.37	175	22/09/2023	20/10/2023	28	91.54
2	BRIQUETA + 9% A.R.	28381	14.98	176.24	161.03	175	22/09/2023	20/10/2023	28	92.02
3	BRIQUETA + 9% A.R.	28356	15.01	176.95	160.25	175	22/09/2023	20/10/2023	28	91.57
4	BRIQUETA + 9% A.R.	28354	14.98	176.24	160.88	175	22/09/2023	20/10/2023	28	91.93
5	BRIQUETA + 9% A.R.	28361	14.98	176.24	160.92	175	22/09/2023	20/10/2023	28	91.95
Promedio De Esf. Rotura					160.69					91.82

OBSERVACIONES:
1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Mg. Arnoldo Yeno Torres
CIP 103257

BIE : 8006-00314817



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: INCIDENCIA DEL EMPLEO DE AGREGADO RECICLADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE: Bach. JUAN EDWIN SALAS QUISPE
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA
FECHA: 23 DE OCTUBRE DEL 2023

CONCRETO PERMEABLE CON 5% DE AGREGADO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA + 5% A.R.	18731	15.01	176.95	105.85	175	22/09/2023	29/09/2023	7	60.49
2	BRIQUETA + 5% A.R.	18716	14.98	176.24	106.19	175	22/09/2023	29/09/2023	7	60.88
3	BRIQUETA + 5% A.R.	18723	15.01	176.95	105.81	175	22/09/2023	29/09/2023	7	60.46
4	BRIQUETA + 5% A.R.	18728	14.98	176.24	106.26	175	22/09/2023	29/09/2023	7	60.72
5	BRIQUETA + 5% A.R.	18746	14.98	176.24	106.36	175	22/09/2023	29/09/2023	7	60.78
Promedio De Esf. Rotura					106.10					60.63

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA + 5% A.R.	26441	15.01	176.95	149.43	175	22/09/2023	08/10/2023	14	85.39
2	BRIQUETA + 5% A.R.	26434	14.98	176.24	149.99	175	22/09/2023	08/10/2023	14	85.71
3	BRIQUETA + 5% A.R.	26425	15.01	176.95	149.34	175	22/09/2023	06/10/2023	14	85.33
4	BRIQUETA + 5% A.R.	26453	14.98	176.24	150.09	175	22/09/2023	06/10/2023	14	85.77
5	BRIQUETA + 5% A.R.	26419	14.98	176.24	149.90	175	22/09/2023	06/10/2023	14	85.66
Promedio De Esf. Rotura					149.75					85.57

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA + 5% A.R.	29301	15.01	176.95	165.59	175	22/09/2023	20/10/2023	28	94.62
2	BRIQUETA + 5% A.R.	29309	14.98	176.24	166.30	175	22/09/2023	20/10/2023	28	95.03
3	BRIQUETA + 5% A.R.	29295	15.01	176.95	165.55	175	22/09/2023	20/10/2023	28	94.60
4	BRIQUETA + 5% A.R.	29286	14.98	176.24	166.17	175	22/09/2023	20/10/2023	28	94.95
5	BRIQUETA + 5% A.R.	29327	14.98	176.24	166.40	175	22/09/2023	20/10/2023	28	95.09
Promedio De Esf. Rotura					166.00					94.86

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
M.S.C. JEFATURA
Armando Yana Torres
CIP. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: INCIDENCIA DEL EMPLEO DE AGREGADO RECICLADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE: Bach. JUAN EDWIN SALAS QUISPE

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

FECHA: 23 DE OCTUBRE DEL 2023

CONCRETO PERMEABLE CONVENCIONAL

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	20198	15.01	176.95	114.15	175	22/09/2023	29/09/2023	7	65.23
2	BRIQUETA DE PRUEBA	20201	14.98	176.24	114.62	175	22/09/2023	29/09/2023	7	65.50
3	BRIQUETA DE PRUEBA	20165	15.01	176.95	113.96	175	22/09/2023	29/09/2023	7	65.12
4	BRIQUETA DE PRUEBA	20235	14.98	176.24	114.81	175	22/09/2023	29/09/2023	7	65.81
5	BRIQUETA DE PRUEBA	20187	14.98	176.24	114.54	175	22/09/2023	29/09/2023	7	65.45
Promedio De Esf. Rotura					114.42					65.38

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	26645	14.98	176.24	151.18	175	22/09/2023	06/10/2023	14	86.38
2	BRIQUETA DE PRUEBA	26702	14.98	176.24	151.51	175	22/09/2023	06/10/2023	14	86.57
3	BRIQUETA DE PRUEBA	26684	15.01	176.95	150.80	175	22/09/2023	06/10/2023	14	86.17
4	BRIQUETA DE PRUEBA	26697	15.01	176.95	150.87	175	22/09/2023	06/10/2023	14	86.21
5	BRIQUETA DE PRUEBA	26656	14.98	176.24	151.25	175	22/09/2023	06/10/2023	14	86.43
Promedio De Esf. Rotura					151.12					86.36

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	30725	15.01	176.95	173.64	175	22/09/2023	20/10/2023	28	99.22
2	BRIQUETA DE PRUEBA	30718	15.01	176.95	173.60	175	22/09/2023	20/10/2023	28	99.20
3	BRIQUETA DE PRUEBA	30724	14.98	176.24	174.33	175	22/09/2023	20/10/2023	28	99.62
4	BRIQUETA DE PRUEBA	30742	14.98	176.24	174.43	175	22/09/2023	20/10/2023	28	99.67
5	BRIQUETA DE PRUEBA	30722	15.01	176.95	173.62	175	22/09/2023	20/10/2023	28	99.21
Promedio De Esf. Rotura					173.92					99.38

OBSERVACIONES:

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

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

[Firma]
Ing. Arnoldo Yana Torres
CIP. 113257



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



PROYECTO : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE AGREGADO RECICLADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE TUNJA
SOLICITANTE : Bach. JUAN EDWIN SALAS CUSUMBO
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 23 DE OCTUBRE DEL 2023

ENSAYO DE PERMEABILIDAD CON REEMPLAZO DE 13% DE AGREGADO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	F'c Kg/cm ²	Diámetro de la muestra Ø	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm ²)	Área del cilindro de carga (cm ²)	Alt. De la columna de agua (cm)		Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)		Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)	
											h1	h2	k	k	k	k
1	BRIOQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	29/09/2023	7	175	15.07	13.00	30.00	176.95	19.63	130.00	1.00	1.25	12.46		
2	BRIOQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	29/09/2023	7	175	14.96	15.00	30.00	176.48	19.63	120.00	1.00	1.07	10.65		
3	BRIOQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	29/09/2023	7	175	14.89	14.00	30.00	177.42	19.63	120.00	1.00	1.14	11.35		

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	F'c Kg/cm ²	Diámetro de la muestra Ø	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm ²)	Área del cilindro de carga (cm ²)	Alt. De la columna de agua (cm)		Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)		Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)	
											h1	h2	k	k	k	k
1	BRIOQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	06/10/2023	14	175	15.07	14.00	30.00	176.95	19.63	120.00	1.00	1.14	11.38		
2	BRIOQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	06/10/2023	14	175	14.96	15.00	30.00	175.77	19.63	140.00	1.00	1.10	11.04		
3	BRIOQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	06/10/2023	14	175	14.89	13.00	30.00	176.01	19.63	130.00	1.00	1.25	12.63		

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	F'c Kg/cm ²	Diámetro de la muestra Ø	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm ²)	Área del cilindro de carga (cm ²)	Alt. De la columna de agua (cm)		Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)		Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)	
											h1	h2	k	k	k	k
1	BRIOQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	20/10/2023	29	175	15.07	12.00	30.00	175.54	19.63	160.00	1.00	1.42	14.19		
2	BRIOQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	20/10/2023	29	175	14.96	15.00	30.00	177.66	19.63	140.00	1.00	1.09	10.92		
3	BRIOQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	20/10/2023	29	175	14.89	14.00	30.00	176.48	19.63	150.00	1.00	1.19	11.84		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
F'c - CAP. INGENIERÍA CIVIL
Jorge Arnaldo Yano Torres



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



PROYECTO : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE AGREGADO RECICLADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. JUAN EDWIN SALAS CORTIJO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES DE LOS CONCRETOS Y ASFALTOS-UANCV

FECHA : 23 DE OCTUBRE DEL 2023

ENSAYO DE PERMEABILIDAD CON REEMPLAZO DE 9% DE AGREGADO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	F'c Kg/cm ²	Diámetro de la muestra Ø	Longitud de la muestra L (cm)	Área de la muestra A (cm ²)	Área del cilindro de carga a (cm ²)	Alt. De la columna de agua h1 (cm)	Alt. De la tubería de salida h2 (cm)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
1	BRIQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	29/09/2023	7	175	15.07	30.00	173.20	19.63	150.00	1.00	1.31	13.11
2	BRIQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	28/09/2023	7	175	14.96	30.00	174.83	19.63	160.00	1.00	1.14	11.40
3	BRIQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	29/09/2023	7	175	14.89	30.00	174.37	19.63	140.00	1.00	1.19	11.92

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	F'c Kg/cm ²	Diámetro de la muestra Ø	Longitud de la muestra L (cm)	Área de la muestra A (cm ²)	Área del cilindro de carga a (cm ²)	Alt. De la columna de agua h1 (cm)	Alt. De la tubería de salida h2 (cm)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
1	BRIQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	06/10/2023	14	175	15.07	30.00	176.48	19.63	140.00	1.00	1.18	11.78
2	BRIQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	06/10/2023	14	175	14.96	30.00	177.42	19.63	130.00	1.00	1.24	12.43
3	BRIQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	06/10/2023	14	175	14.89	30.00	176.46	19.63	120.00	1.00	1.07	10.65

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	F'c Kg/cm ²	Diámetro de la muestra Ø	Longitud de la muestra L (cm)	Área de la muestra A (cm ²)	Área del cilindro de carga a (cm ²)	Alt. De la columna de agua h1 (cm)	Alt. De la tubería de salida h2 (cm)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
1	BRIQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	20/10/2023	29	175	15.07	30.00	176.95	19.63	130.00	1.00	1.08	10.80
2	BRIQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	20/10/2023	29	175	14.96	30.00	175.77	19.63	150.00	1.00	1.20	11.99
3	BRIQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	20/10/2023	29	175	14.89	30.00	174.13	19.63	140.00	1.00	1.29	12.86

INVESTIGADOR JUAN EDWIN SALAS CORTIJO
F'c - CASIMIRO TORRES
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Juan Edwin Salas Cortijo
Firma: Juan Edwin Salas Cortijo

LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES
UANCV



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



PROYECTO : INCIDENCIA DEL EMPLEO DEL AGREGADO RECICLADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE TUMAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. JUAN EDWIN SALAS KUISPE
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE LOS CONCRETOS Y ASFALTO-UANCV

FECHA : 23 DE OCTUBRE DEL 2023

ENSAYO DE PERMEABILIDAD CON REEMPLAZO DE 5% DE AGREGADO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	F'c Kg/cm ²	Diámetro de la muestra Ø	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm ²)	Área del cilindro de carga (cm ²)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
							t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	BRIQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	29/09/2023	/	175	15.07	15.00	30.00	176.01	19.63	160.00	1.00	1.13	11.32
2	BRIQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	28/09/2023	/	175	14.96	13.00	30.00	177.19	19.63	150.00	1.00	1.28	12.81
3	BRIQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	28/09/2023	/	175	14.89	14.00	30.00	172.73	19.63	160.00	1.00	1.24	12.36

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	F'c Kg/cm ²	Diámetro de la muestra Ø	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm ²)	Área del cilindro de carga (cm ²)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
							t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	BRIQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	08/10/2023	14	175	15.07	14.00	30.00	176.95	19.63	150.00	1.00	1.19	11.91
2	BRIQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	06/10/2023	4	175	14.96	13.00	30.00	186.99	19.63	140.00	1.00	1.20	11.97
3	BRIQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	06/10/2023	4	175	14.89	12.00	30.00	174.83	19.63	140.00	1.00	1.39	13.87

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	F'c Kg/cm ²	Diámetro de la muestra Ø	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm ²)	Área del cilindro de carga (cm ²)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
							t	L	A	a	h1	h2	k	k
1	BRIQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	20/10/2023	28	175	15.07	12.00	30.00	186.99	19.63	120.00	1.00	1.26	12.56
2	BRIQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	20/10/2023	28	175	14.96	14.00	30.00	174.83	19.63	130.00	1.00	1.17	11.71
3	BRIQUETA DE PRUEBA	22/09/2023	20/10/2023	28	175	14.89	15.00	30.00	174.37	19.63	130.00	1.00	1.10	10.96

INSTRUMENTADO Y VALIDADO
ECP - OFICINA DE INGENIERÍA CIVIL

[Firma]
Magr. Amparo Yana Torres

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN
M.S.C.A.
OFICINA DE INVESTIGACIÓN



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



PROYECTO : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE MATERIAL RECICLADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DE UN CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE TUMBES
SOLICITANTE : Bach. JUAN EDWIN SALAS CARRERA
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 23 DE OCTUBRE DEL 2023

ENSAYO DE PERMEABILIDAD - CONCRETO PERMEABLE CONVENCIONAL

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	F'c Kg/cm ²	Diámetro de la muestra Ø	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm ²)	Área del cilindro de carga (cm ²)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	
													k	k
1	BRICUETA DE PRUEBA	22/09/2023	29/09/2023	7	175	15.07	14.00	30.00	178.37	19.63	170.00	1.00	1.21	12.11
2	BRICUETA DE PRUEBA	22/09/2023	29/09/2023	7	175	14.96	12.00	30.00	175.77	19.63	140.00	1.00	1.38	13.80
3	BRICUETA DE PRUEBA	22/09/2023	29/09/2023	7	175	14.89	13.00	30.00	174.13	19.63	150.00	1.00	1.30	13.04

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	F'c Kg/cm ²	Diámetro de la muestra Ø	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm ²)	Área del cilindro de carga (cm ²)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	
													k	k
1	BRICUETA DE PRUEBA	22/09/2023	06/10/2023	14	175	15.07	14.00	30.00	172.50	19.63	160.00	1.00	1.24	12.38
2	BRICUETA DE PRUEBA	22/09/2023	06/10/2023	14	175	14.96	15.00	30.00	174.37	19.63	150.00	1.00	1.13	11.28
3	BRICUETA DE PRUEBA	22/09/2023	06/10/2023	14	175	14.89	13.00	30.00	172.96	19.63	140.00	1.00	1.29	12.94

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	F'c Kg/cm ²	Diámetro de la muestra Ø	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm ²)	Área del cilindro de carga (cm ²)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	
													k	k
1	BRICUETA DE PRUEBA	22/09/2023	20/10/2023	28	175	15.07	12.00	30.00	178.13	19.63	150.00	1.00	1.38	13.80
2	BRICUETA DE PRUEBA	22/09/2023	20/10/2023	28	175	14.96	13.00	30.00	172.96	19.63	170.00	1.00	1.35	13.45
3	BRICUETA DE PRUEBA	22/09/2023	20/10/2023	28	175	14.89	11.00	30.00	175.77	19.63	140.00	1.00	1.51	15.05

IMPRESO POR: JUAN EDWIN SALAS CARRERA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA: 20/10/2023
Dr. Juan Pablo Yang Torres



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 08-07-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JUAN EDWIN SALAS QUISPE

Dirección: Jr. SANTIAGO PUTINA B-3

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 46665136

Teléfono: 936 700 502 email: salas30.22.02@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: INCIDENCIA DE AGREGADOS RECICLADOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES
EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO
PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

Palabras claves, (3 a 5 términos): AGREGADO RECICLADO, ASENTAMIENTO, CONCRETO PERMEABLE, RESISTENCIA
A COMPRESIÓN, PERMEABILIDAD

¿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, entre otros relacionados.

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



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
 Título
 2da Especialidad
 Maestría
 Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

Firma de Autor



huella digital

08-07-2025

Fecha