



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



**INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA  
ALTERNATIVA PARA LA PERMEABILIDAD DE AGUAS  
PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. FABIOLA LISSETH CHOQUE MASCO**

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

**JULIACA - PERÚ**

**2024**



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA**  
**ALTERNATIVA PARA LA PERMEABILIDAD DE AGUAS**  
**PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. FABIOLA LISSETH CHOQUE MASCO**

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

**PRESIDENTE**

:

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

**PRIMER MIEMBRO**

:

Dr. ARNALDO YANA TORRES

**SEGUNDO MIEMBRO**

:

Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

**ASESOR DE TESIS**

:

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1770-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 13 de diciembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024- 18758 presentado por el (la) Bachiller: **FABIOLA LISSETH CHOQUE MASCO** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bach. **FABIOLA LISSETH CHOQUE MASCO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA PERMEABILIDAD DE AGUAS PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

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

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

**RESUELVE:**

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

- \* **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- \* **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- \* **2do Miembro** : Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

**ARTICULO SEGUNDO.** – **RECONOCER** como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

**ARTICULO TERCERO .** – **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **FABIOLA LISSETH CHOQUE MASCO**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA PERMEABILIDAD DE AGUAS PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : Jueves 19 de diciembre del 2024
- \* **HORA** : 12:00 horas
- \* **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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



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

cc.  
Archivo  
interesado (a)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1380-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 29 de octubre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU - 15024 por el señor (a): **FABIOLA LISSETH CHOQUE MASCO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 1224 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 236 - 2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **FABIOLA LISSETH CHOQUE MASCO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA PERMEABILIDAD DE AGUAS PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 236 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA PERMEABILIDAD DE AGUAS PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **FABIOLA LISSETH CHOQUE MASCO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA PERMEABILIDAD DE AGUAS PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

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

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

cc.  
Archivo  
interesado (a)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 862-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 22 de agosto del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU-10516, presentado el señor (a) **FABIOLA LISSETH CHOQUE MASCO** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO - N° 810-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 244-2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **FABIOLA LISSETH CHOQUE MASCO** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA PERMEABILIDAD DE AGUAS PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. **Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 244-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA PERMEABILIDAD DE AGUAS PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL**.

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **FABIOLA LISSETH CHOQUE MASCO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA PERMEABILIDAD DE AGUAS PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. Miltón Quispe Huanca  
DECANO  
CIP. 47790



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

Dr. Efraín Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo 2024  
Interesado (a)



## INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA PERMEABILIDAD DE AGUAS PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

### INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

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

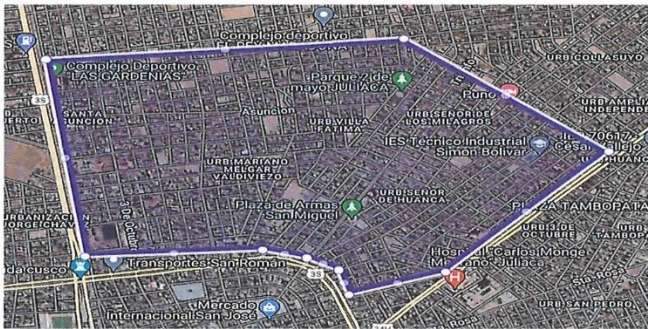


### Metadatos Complementarios UANCV



<b>Título de la tesis</b>	
INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA PERMEABILIDAD DE AGUAS PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	FABIOLA LISSETH CHOQUE MASCO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70352506
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0009-1679-4865">https://orcid.org/0009-0009-1679-4865</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416058
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-7567-039X">https://orcid.org/0000-0001-7567-039X</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA



Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Recursos propios
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú  Departamento: Puno  Provincia: San Román  Distrito: Juliaca</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Latitud: S 15° 29' 27''</li> <li>- Longitud: O 70° 07' 37''</li> </ul>  <p><a href="https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1giw4Uz0mr9cRBBvYs-C8f86a3C1p4YQ&amp;usp=sharing">https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1giw4Uz0mr9cRBBvYs-C8f86a3C1p4YQ&amp;usp=sharing</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2024 – Octubre 2024
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería	Ingeniería de la construcción <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a> Ingeniería civil <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a>



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
OFICINA DE INVESTIGACIÓN  
Dr. Edwin Perillo Sosa  
DIRECTOR



### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo FABIOLA LISSETH CHOQUE MASCO, identificado con DNI  
Nro. 70352506, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA  
PERMEABILIDAD DE AGUAS PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

Asesorado por: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

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 11 de JUNIO del 2025

  
Firma del Asesor  
(obligatoria)

  
Firma del Estudiante  
(obligatoria)

  
Huella



## DEDICATORIA

*Quiero dedicar esta tesis, a Dios por haber permitido llegar hasta aquí hoy, por darme fuerza y salud para llevar a cabo mis metas y objetivos. Quiero darle las gracias por su amor infinito, a mi Madre; por ser el pilar más importante de mi vida, demostrándome siempre su cariño y apoyo incondicional.*

.



## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a Dios, por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas, a nuestra primera casa de estudio la Universidad “Andina Néstor Cáceres Velásquez”, a mis docentes de la Escuela Profesional Ingeniería Civil que con sus enseñanzas podemos empezar una nueva etapa en nuestras vidas.*

*A mi familia por su paciencia y comprensión. Que sin su apoyo este trabajo nunca se habría escrito y, por eso, este trabajo es también el suyo.*

*A mi asesor, por el tiempo dedicación y paciencia en la elaboración de la tesis.*



## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
ÍNDICE .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	xiv

### CAPITULO I

#### EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

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



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

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO REFERENCIAL

- 2.1 Antecedentes de la investigación ..... 7
  - 2.1.1 Antecedentes internacionales ..... 7
  - 2.1.2 Antecedentes nacionales ..... 9
  - 2.1.3 Antecedentes locales ..... 11
- 2.2 Marco teórico ..... 13
  - 2.2.1 Concreto poroso ..... 13
  - 2.2.2 Materiales para el concreto poroso ..... 15
  - 2.2.3 Agua ..... 16
  - 2.2.4 Agregados ..... 17
  - 2.2.5 Aditivos para el concreto ..... 20
  - 2.2.6 Aditivos superplastificantes ..... 21
- 2.3 Propiedades del concreto poroso ..... 23
  - 2.3.1 Propiedades en estado fresco ..... 23



2.3.2	Propiedades en estado endurecido .....	24
2.3.3	Propiedades mecánicas .....	25
2.3.4	Diseño del Concreto Permeable .....	26
2.3.5	Métodos de Prueba de Permeabilidad .....	26
2.4	Marco conceptual .....	29

## CAPITULO III

### METODOLÓGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Nivel de investigación .....	32
3.2	Tipo de investigación .....	32
3.3	Enfoque de investigación .....	33
3.4	Población y muestra .....	33
3.4.1	Población .....	33
3.4.2	Muestra .....	33
3.4.3	Técnicas de procesamiento .....	34
3.4.4	Propiedades físicas del agregado grueso .....	35
3.4.5	Propiedades físicas del árido fino .....	39
3.4.6	Proporciones del diseño de mezcla .....	41
3.4.7	Curado de los Especímenes .....	42
3.4.8	Procedimiento de resistencia a compresión .....	43
3.4.9	Instrumentos de Recolección de datos. ....	44
3.4.10	Validez .....	44



3.4.11	Confiabilidad.....	44
3.5	Procedimientos.....	45
3.6	Método de Análisis de Datos.....	45
3.7	Aspectos éticos.....	45

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y ANALISIS

4.1	Resultados de la investigación.....	46
4.1.1	Procedimientos en laboratorio.....	46
4.1.2	Ensayo de revenimiento.....	56
4.1.3	Resultados de resistencia a compresión.....	58
4.1.4	Valor de la permeabilidad del concreto poroso.....	71
4.2	Discusión de resultados.....	75
	CONCLUSIONES.....	77
	RECOMENDACIONES.....	78
	REFERENCIAS.....	79
	ANEXOS.....	82



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Operación de variables.....	6
<b>Tabla 2</b> Agua de lluvia y agua potable para concreto .....	17
<b>Tabla 3</b> Límites de granulometría según el ASTM.....	18
<b>Tabla 4</b> Granulometría del agregado grueso .....	20
<b>Tabla 5</b> Total, de especímenes para los ensayos.....	34
<b>Tabla 6</b> % de humedades de los agregados.....	47
<b>Tabla 7</b> Granulometría del agregado fino .....	49
<b>Tabla 8</b> Granulometría del agregado grueso .....	50
<b>Tabla 9</b> Resumen de P. específicos y absorción A.F. ....	51
<b>Tabla 10</b> Resumen de P. específicos y absorción del A.G.....	52
<b>Tabla 11</b> Valores promedios del P. U Suelto AF y AG .....	53
<b>Tabla 12</b> Valores promedios del P. U. Compactado del AF y AG .....	54
<b>Tabla 13</b> Dosificación de materiales .....	55
<b>Tabla 14</b> Componentes del concreto.....	55
<b>Tabla 15</b> Revenimiento .....	57
<b>Tabla 16</b> Resultados a compresión MP + 0% A.F + 0%SP, 7 días .....	58
<b>Tabla 17</b> Resultados a compresión MP + 0% A.F + 0%SP, 14 días .....	59



<b>Tabla 18</b> Resultados a compresión MP + 0% A.F + 0%SP, 28 días .....	60
<b>Tabla 19</b> Resultados a compresión MP + 5% A.F + 0.50%SP, 7 días .....	61
<b>Tabla 20</b> Resultados a compresión MP + 5% A.F + 0.50%SP, 14 días .....	62
<b>Tabla 21</b> Resultados a compresión MP + 5% A.F + 0.50%SP, 28 días .....	63
<b>Tabla 22</b> Resultados a compresión MP + 10% A.F + 1.0%SP, 7 días .....	64
<b>Tabla 23</b> Resultados a compresión MP + 10% A.F + 1.0%SP, 14 días .....	65
<b>Tabla 24</b> Resultados a compresión MP + 10% A.F + 1.0%SP, 28 días .....	66
<b>Tabla 25</b> Resultados a compresión MP + 15% A.F + 1.50%SP, 7 días .....	67
<b>Tabla 26</b> Resultados a compresión MP + 15% A.F + 1.50%SP, 14 días .....	68
<b>Tabla 27</b> Resultados a compresión MP + 15% A.F + 1.50%SP, 28 días .....	69
<b>Tabla 28</b> Comparación de distintas resistencias a los 28 días .....	70
<b>Tabla 29</b> Valor de la permeabilidad MP, 28 días.....	71
<b>Tabla 30</b> Valor de la permeabilidad MP + 5% A.F + 0.50%SP, 28 días.....	72
<b>Tabla 31</b> Valor de la permeabilidad MP + 10% A.F + 1.0%SP, 28 días.....	73
<b>Tabla 32</b> Valor de la permeabilidad MP + 15% A.F + 1.50%SP, 28 días.....	74



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Concreto poroso .....	14
<b>Figura 2</b> cemento portland .....	15
<b>Figura 3</b> Especificaciones del cemento.....	16
<b>Figura 4</b> Tipos de Aditivos .....	21
<b>Figura 5</b> Aditivo superplastificante .....	22
<b>Figura 6</b> Acción del superplastificante .....	23
<b>Figura 7</b> Instrumento para medir el coeficiente de permeabilidad .....	29
<b>Figura 8</b> Aditivo superplastificante sikacem .....	35
<b>Figura 9</b> Categorización del agregado .....	36
<b>Figura 10</b> Pesando de la muestra saturada.....	36
<b>Figura 11</b> Colocando la muestra en el molde P.U.S.....	37
<b>Figura 12</b> P.U.V del agregado grueso.....	38
<b>Figura 13</b> Muestra en el horno.....	38
<b>Figura 14</b> Gradación del árido fino.....	39
<b>Figura 15</b> Peso de la muestra compactada.....	40
<b>Figura 16</b> Colocando en el molde la muestra .....	41
<b>Figura 17</b> Peso de materiales para el diseño.....	42



<b>Figura 18</b> Curado de especímenes .....	43
<b>Figura 19</b> Rotura del ensayo a compresión.....	44
<b>Figura 20</b> Grafica del % de humedad .....	48
<b>Figura 21</b> Curva granulométrica del A.F. ....	49
<b>Figura 22</b> Curva granulométrica del A.G. ....	51
<b>Figura 23</b> Comparativa de P. específico y absorción A.F. ....	52
<b>Figura 24</b> Comparativa de P. específico y absorción A.G.....	52
<b>Figura 25</b> Comparativa de peso unitario suelto AF y AG .....	53
<b>Figura 26</b> Comparativa de peso unitario compactado AF y AG .....	54
<b>Figura 27</b> Dosificación de materiales .....	56
<b>Figura 28</b> Diagrama del asentamiento .....	57
<b>Figura 29</b> Esfuerzo a compresión MP - 7 días.....	58
<b>Figura 30</b> Esfuerzo a compresión MP - 14 días.....	59
<b>Figura 31</b> Esfuerzo a compresión MP - 28 días.....	60
<b>Figura 32</b> Esfuerzo a compresión, 7 días.....	61
<b>Figura 33</b> Esfuerzo a compresión, 14 días.....	62
<b>Figura 34</b> Esfuerzo a compresión, 28 días.....	63
<b>Figura 35</b> Esfuerzo a compresión, 7 días.....	64



<b>Figura 36</b> Esfuerzo a compresión, 14 días.....	65
<b>Figura 37</b> Esfuerzo a compresión, 28 días.....	66
<b>Figura 38</b> Esfuerzo a compresión, 7 días.....	67
<b>Figura 39</b> Esfuerzo a compresión, 14 días.....	68
<b>Figura 40</b> Esfuerzo a compresión, 14 días.....	69
<b>Figura 41</b> Comparativa de distintas resistencias, 28 días .....	70
<b>Figura 42</b> Permeabilidad, MP + 0% A.F + 0%SP .....	71
<b>Figura 43</b> Permeabilidad, MP + 5% A.F + 0.50%SP .....	72
<b>Figura 44</b> Permeabilidad, MP + 10% A.F + 1.0%SP .....	73
<b>Figura 45</b> Permeabilidad, MP + 10% A.F + 1.0%SP .....	74



## RESUMEN

La presente investigación denominada “INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA PERMEABILIDAD DE AGUAS PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL”, El objetivo de esta investigación es examinar el impacto del uso de hormigón poroso en lugar de los métodos tradicionales para la permeabilidad a la lluvia en el distrito de San Miguel. El estudio utilizó una técnica cuantitativa e incluyó 48 muestras, tanto de briquetas nuevas como endurecidas, con diferentes cantidades de agregado fino y superplastificante. Utilizando 5% AF+0.5 %SP, 10%AF + 1%SP y 15% AF + 1,5%SP, se obtuvieron resultados de asentamiento MP fue de 1pulgada, para las demás dosis fueron 1,5 pulgadas, 1,6 pulgadas y 1,5 pulgadas, respectivamente. Además, tras 28 días de curado, la resistencia media del hormigón estándar fue de 215,57 kg/cm<sup>2</sup>. Al añadir 5% AF + 0.5%SP, la resistencia media aumentó a 219,55 kg/cm<sup>2</sup>. Además, al añadir 10% AF + 1% P, la resistencia aumentó a 221,27 kg/cm<sup>2</sup>, y con una dosis de 15% AF + 1.5%SP, la resistencia alcanzó los 228,09 kg/cm<sup>2</sup>.

Un coeficiente de permeabilidad de 0,67 cm/seg es típico para el hormigón normal. El hormigón al que se le añadió un 5% de AF y un 05% de SP, tuvo un coeficiente de 0,60 cm/seg después de 28 días de curado. Los coeficientes de permeabilidad para los porcentajes de 10% de AF + 1% de SP y 15 % de AF + 1,5 % de SP fueron de 0,49 cm/seg y 0,35 cm/seg, respectivamente. La investigación reveló que la resistencia y la trabajabilidad del hormigón poroso mejoraban con la inclusión de áridos finos y un aditivo superplastificante.

**Palabras clave:** Concreto Poroso, Resistencia a la Compresión, Permeabilidad.



## ABSTRACT

This research, entitled "INFLUENCE OF POROUS CONCRETE AS AN ALTERNATIVE FOR RAINWATER PERMEABILITY IN THE DISTRICT OF SAN MIGUEL," aims to examine the impact of using porous concrete instead of traditional methods for rainwater permeability in the district of San Miguel. The study used a quantitative technique and included 48 samples, both new and hardened briquettes, with different amounts of fine aggregate and superplasticizer. Using 5% AF + 0.5% SP, 10% AF + 1% SP, and 15% AF + 1.5% SP, the MP settlement results were 1 inch for the other doses, 1.5 inches, 1.6 inches, and 1.5 inches, respectively. In addition, after 28 days of curing, the average strength of the standard concrete was 215.57 kg/cm<sup>2</sup>. When 5% AF + 0.5% SP was added, the average strength increased to 219.55 kg/cm<sup>2</sup>. Furthermore, when 10% AF + 1% P was added, the strength increased to 221.27 kg/cm<sup>2</sup>, and with a dose of 15% AF + 1.5% SP, the strength reached 228.09 kg/cm<sup>2</sup>.

A permeability coefficient of 0.67 cm/sec is typical for normal concrete. Concrete to which 5% AF and 0.5% SP were added had a coefficient of 0.60 cm/sec after 28 days of curing. The permeability coefficients for 10% AF + 1% SP and 15% AF + 1.5% SP were 0.49 cm/sec and 0.35 cm/sec, respectively. The research revealed that the strength and workability of porous concrete improved with the inclusion of fine aggregates and a superplasticizer additive.

**Keywords:** Porous Concrete, Compressive Strength, Permeability.



## INTRODUCCIÓN

“Influencia del concreto poroso como una alternativa para la permeabilidad de aguas pluviales en el distrito de San Miguel” es el título del estudio que surgió del dilema actual. La ciudad experimenta una gran variedad de climas, cuya intensidad varía con las estaciones. Las lluvias excesivas en las principales avenidas provocan inundaciones en las calles, lo que constituye la principal preocupación. Es necesario encontrar una solución para hacer frente a este problema. Como resultado, el plan consiste en fabricar hormigón poroso que permita que el agua fluya más fácilmente desde las calles que se inundan con mayor frecuencia. El objetivo de este estudio es aumentar la resistencia del hormigón permeable, reducir la depredación de partículas finas y gestionar las inundaciones y los problemas de evacuación del agua mediante el uso de una estructura de hormigón poroso.

Como país con una gran variedad de climas, Perú nos ofrece toda una serie de fenómenos naturales, algunos más agradables que otros. Aunque muchos aspectos de la vida cotidiana se benefician de los efectos positivos de la variedad climática, los fenómenos negativos, a menudo conocidos como catástrofes naturales, causan más daños que beneficios, ya que destruyen grandes partes del país.

Actualmente se están llevando a cabo muchos proyectos para gestionar las inundaciones fluviales causadas por las precipitaciones, como muros de contención y diques. Sin embargo, hay muy pocas iniciativas que tengan como objetivo prolongar la vida útil del pavimento. Dado que el agua no ataca desde el exterior, sino desde el interior, destruyendo todos los materiales y componentes utilizados en el pavimento, es esencial, aunque no suficiente, crear métodos de construcción que hagan que el pavimento sea mucho más resistente al agua.



La investigación propiamente dicha se compone de los capítulos que detallan las múltiples facetas de la investigación. El capítulo I expone los retos, los objetivos, la justificación y las teorías que sustentan la conclusión de la tesis, además de desarrollar el análisis del problema que constituye la base de la tesis.

El capítulo II no solo proporciona los fundamentos teóricos que ayudan a comprender la investigación, sino que también conceptualiza los conceptos más significativos que se ofrecen a lo largo del proceso de trabajo.

En el capítulo III, vemos las herramientas necesarias para cada técnica de recopilación de datos, los pasos a seguir para obtener las cifras definitivas y los límites de la población y la muestra del estudio.

En el capítulo IV se presentan los resultados analíticos y una comparación de los valores con los de otros autores. Hay una tabla y una figura para cada área de evaluación o recopilación de datos.

Los resultados del estudio, las recomendaciones para futuras investigaciones, las fotografías de apoyo y los materiales complementarios completan la última parte.



## CAPITULO I

### EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Realidad problemática

La rápida urbanización de las últimas décadas ha agravado los problemas de drenaje de las precipitaciones, provocando escorrentías superficiales en muchas ciudades. Como resultado de este proceso y de la impermeabilización, causada por el uso extensivo de pavimentos convencionales, los elementos tóxicos pasan a las calles y acaban provocando desbordamientos e inundaciones en los sistemas de drenaje de las principales ciudades de Perú. Los pavimentos tradicionales (rígidos y flexibles) son construidos por los municipios en respuesta a la demanda pública de mejores condiciones de tráfico tanto para vehículos como para peatones, pero no se tienen en cuenta métodos novedosos de construcción de pavimentos. El aumento de la probabilidad de inundaciones en las zonas urbanas bajas es una de las muchas consecuencias graves del uso descuidado de estos pavimentos tradicionales en el paisaje urbano. Cuando las alcantarillas se saturan, se crean charcos de agua por los que no se puede caminar. Para hacer frente a la creciente urbanización y el desarrollo de las infraestructuras en Perú, es esencial contar con opciones de construcción ecológicas y económicamente viables. El país necesita



materiales de construcción que sean respetuosos con el medio ambiente y duraderos, debido a la alta frecuencia de terremotos y erupciones volcánicas.

La necesidad inmediata de establecer una infraestructura sólida y adaptable se pone de relieve por el hecho de que la zona de San Miguel, en la región de Puno, está sujeta a condiciones climáticas severas y a un suministro de agua irregular. Con el hormigón permeable, las zonas urbanas pueden gestionar mejor el agua de lluvia y reducir las inundaciones y los charcos. Los aditivos superplastificantes, cuando se mezclan con el hormigón, aumentan el uso de materiales de origen local, reducen los costes de construcción y hacen que los edificios sean más ecológicos y resistentes.

El distrito de San Miguel es una región menor que sufre rápidas inundaciones durante las tormentas debido a la composición arcillosa y limosa de su suelo. La saturación del suelo provocada por estas características acaba provocando el colapso del sistema básico de alcantarillado. Hay quienes creen que la lluvia no causa tantos daños debido a la insuficiencia de los desagües pluviales. En la actualidad no existe ninguna estrategia de construcción respetuosa con el medio ambiente que tenga en cuenta el drenaje del agua. El objetivo de este proyecto de investigación, que pretende ofrecer una visión sostenible, es mejorar el proceso de infiltración y controlar las precipitaciones mediante el uso de un diseño de hormigón poroso para pavimentos rígidos. «Infiltrar el agua a través de sus poros y permitir que el agua de lluvia se drene». Ese es el objetivo del «diseño de hormigón poroso estudiado en pavimentos rígidos» destinado al tráfico ligero. Hasta ahora, no se han realizado estudios en la zona de San Miguel para mejorar el proceso de infiltración en pavimentos duros.



## 1.2 Planteamiento del problema

### 1.2.1 *Pregunta general*

¿Cómo influye el concreto poroso como una alternativa para la permeabilidad de aguas pluviales en el distrito de San Miguel?

### 1.2.2 *Preguntas específicas*

- ¿Cómo será el diseño de concreto poroso según la caracterización de los agregados para la permeabilidad de aguas pluviales en el distrito de San Miguel?
- ¿Cuál es la capacidad de permeabilidad de aguas pluviales de un concreto poroso para la evacuación de aguas pluviales en el distrito de San Miguel?
- ¿Cuál es la resistencia a compresión del concreto poroso para la permeabilidad de aguas pluviales en el distrito de San Miguel?

## 1.3 Justificación de la investigación

La lenta escorrentía superficial produce inundaciones que dificultan el tráfico peatonal y vehicular en el distrito de San Miguel, que se encuentra en un terreno llano con una pendiente mínima, según esta investigación. A pesar de las carreteras pavimentadas, los residentes siguen sufriendo daños, por lo que existe interés en obtener pavimento de hormigón poroso. Es fundamental investigar la eficacia del pavimento de hormigón poroso, teniendo en cuenta las características principales de la adición de áridos finos, como sustituto del drenaje de las carreteras urbanas. Se creará un pavimento de hormigón poroso con una capacidad de infiltración y una resistencia que no supere los 210 kg/cm<sup>2</sup> utilizando los datos proporcionados.



### **1.3.1 Justificación práctica**

La primera versión del diseño de hormigón poroso estará lista para su uso en varios proyectos de carreteras en el distrito de San Miguel y en sistemas de riego con agua de lluvia para espacios verdes.

### **1.3.2 Justificación técnica**

Mediante la creación de métodos novedosos para su inclusión, aumento y perfeccionamiento, el estudio tiene como objetivo mejorar las propiedades del hormigón poroso. A largo plazo, esto facilitará el uso de nuevos métodos de pavimentación de carreteras más adecuados para lugares con menor volumen de tráfico. Para llevar a cabo el estudio y alcanzar su objetivo principal, se ha habilitado el Laboratorio de Ingeniería Civil de la UANCV para su uso.

### **1.3.3 Justificación social**

Los habitantes de están molestos porque la lluvia se acumula en las calles y otras superficies del distrito de San Miguel, y este estudio ofrece una solución a ese problema. Este elemento climático podría reducirse con el uso de hormigón permeable. Por último, se considera que esta propuesta tiene importantes ventajas sociales. Tendrá un impacto positivo en nuestra sociedad al ofrecer un nuevo material como alternativa eficaz para la construcción de pavimentos permeables que dejan pasar el agua durante las lluvias intensas y luego la drenan. Esto ayudará a prevenir las inundaciones.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Analizar la influencia del concreto poroso como una alternativa para la permeabilidad de aguas pluviales en el distrito de San Miguel.



## 1.4.2 *Objetivos específicos*

- Determinar el diseño de concreto poroso según la caracterización de los agregados para la permeabilidad de aguas pluviales en el distrito de San Miguel.
- Analizar la capacidad de permeabilidad de aguas pluviales de un concreto poroso para la evacuación de aguas pluviales en el distrito de San Miguel.
- Analizar la resistencia a compresión del concreto poroso para la permeabilidad de aguas pluviales en el distrito de San Miguel.

## 1.5 **Hipótesis**

### 1.5.1 *Hipótesis general*

La influencia del concreto poroso como una alternativa para la permeabilidad de aguas pluviales es viable en el distrito de San Miguel

### 1.5.2 *Hipótesis específicas*

- El diseño de concreto poroso evacua las aguas pluviales en el distrito de San Miguel
- El coeficiente de permeabilidad es positivo para la infiltración aguas pluviales.
- La resistencia a compresión del concreto poroso presenta buena resistencia.

## 1.6 **Variables e indicadores**

### ✓ **Variable independiente**

Concreto poroso



**a. Indicadores**

- Porcentajes

✓ **Variable dependiente**

Aguas pluviales

**b. Indicadores**

- Permeabilidad

**1.7 Operación de variables**

**Tabla 1**

*Operación de variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR
<b>Variable independiente: Concreto poroso</b>	Las propiedades del hormigón permeable vienen determinadas por sus características mecánicas y físicas, que suelen estar determinadas por la resistencia, cuando estas propiedades se someten a ensayo en hormigón de un diseño determinado.	%	Porcentaje
<b>Variable dependiente: Aguas pluviales</b>	El agua que cae del cielo, pero no se filtra en la tierra, sino que fluye por la superficie y se introduce en los sistemas de drenaje, se denomina precipitación o agua pluvial. La lluvia, la nieve o el deshielo y el granizo pueden contribuir a este suministro de agua.	%	Permeabilidad



## CAPITULO II

### MARCO TEORICO REFERENCIAL

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Para su maestría en ingeniería civil, Guamán trabajó en una tesis titulada «Propuesta de pavimento permeable de hormigón poroso para estacionamientos en áreas urbanas que evita el estancamiento del agua de lluvia» en la Universidad Técnica de Machala. Utilizando metodologías experimentales, la investigación tuvo como objetivo generar 27 patrones de mezcla que se mostrarían en un concepto de pavimento permeable destinado a estacionamientos de vehículos ligeros en zonas metropolitanas. Se presentan los siguientes resultados para los cilindros fabricados con material triturado de 3/8» procedente de la cantera de Tuco León. De las 27 mezclas, la que tenía un 15 % de vacíos y una presión de aire relativa de 0,35 presentó la mayor resistencia a la compresión, con un valor de 10,92 MPa. A partir de estos resultados, se pueden extraer las siguientes conclusiones: Se midieron resistencias que oscilaban entre 9,51 y 10,92 MPa en cilindros fabricados con material triturado de 3/8«, entre 9,11 y 12,45 MPa con material de balasto



de 3/4» y entre 7,64 y 9,34 MPa con material triturado de 3/4». De acuerdo con la especificación, se alcanzaron resistencias que oscilaron entre 2,80 y 28 MPa; sin embargo, no se cumplió la resistencia necesaria para su uso en aparcamientos. Cuando se utilizan briquetas fabricadas con piedra triturada de 3/8», la permeabilidad oscila entre 645,46 y 975,42 L/m<sup>2</sup>/min y la porosidad entre 26,66 y 33,68 %. Cuando se utilizó piedra triturada de 3/4», la permeabilidad osciló entre 1280,23 y 1993,14 L/m<sup>2</sup>/min y la porosidad entre el 28,70 y el 35,82 %. Por último, cuando se utiliza piedra triturada de 3/4», la permeabilidad oscila entre 1613,90 y 2217,79 L/m<sup>2</sup>/min y la porosidad entre el 30,01 y el 35,65 %. Tanto los valores de porosidad como los de permeabilidad medidos son muy superiores a los exigidos por la norma para el aislamiento permeable.

«Hormigón poroso con materiales locales, una contribución a la gestión del agua de lluvia» fue el objetivo de la investigación de Del Valle Monetti (2018), cuyo objetivo era controlar la escorrentía urbana del agua de lluvia mediante el desarrollo y diseño de hormigón poroso con materiales locales y el estudio de su capacidad de infiltración. Su enfoque se caracterizó por ser un diseño teórico experimental, y sugirió aprender más sobre el pavimento permeable de hormigón poroso como sustituto de los sistemas de drenaje urbano sostenible y sus beneficios medioambientales. Contiene un análisis de los fundamentos teóricos de las normas internacionales y nacionales vigentes en materia de pavimentos permeables. Cinco de las quince series tenían niveles de porosidad superiores al 25 %, y ningún valor era inferior al umbral del 15 %. Por lo tanto, la mayoría de las series presentaban una porosidad suficiente. Los niveles de porosidad también fueron bajos o moderados en las cinco series (B, C, K, L y N). Una posible explicación es que se utilizó agregado fino al mezclar el material. Se demostró que la permeabilidad era inversamente proporcional a la porosidad, lo que significa que una mayor porosidad se asociaba con una mejor permeabilidad. Sin embargo, la permeabilidad debe determinarse



en una investigación diferente que compare diferentes enfoques con cargas constantes y variadas. La razón de ello es que los modelos utilizados dan lugar a valores de fondo variados, que pueden superar 1,5.

En su trabajo de investigación titulado «Control de la escorrentía urbana mediante pavimentos permeables: aplicación a climas mediterráneos», García (2011) analiza el hecho de que las lluvias más intensas se producen en otoño, cuando la escorrentía es mayor. La creciente impermeabilidad del suelo y el diseño anticuado de los sistemas de drenaje en zonas densamente pobladas son factores que contribuyen en gran medida al problema, lo que a su vez tiene efectos perjudiciales para la hidrología, la ecología y la hidráulica en los extremos receptores del sistema. Los sistemas de drenaje urbano, una opción esencial para gestionar tanto la cantidad como la calidad de la escorrentía de aguas pluviales, son el objeto de esta investigación sobre cómo reducir sus efectos nocivos. El objetivo principal es fomentar la infiltración y la retención de las aguas pluviales como medio para concentrarse en la fuente. Los resultados pueden aplicarse a cualquier métrica de rendimiento de infraestructuras en la que se conozcan los parámetros de diseño. Utilizando el software SWMM, la investigación incluyó la modelización continua de datos históricos de precipitaciones. Los resultados obtenidos en los escenarios planteados, en los que todos los indicadores de eficiencia se mostraron en gráficos fácilmente comprensibles, nos permiten inferir que es posible encontrar los mejores parámetros de diseño.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

En su tesis titulada «Estudio y diseño de pavimentos permeables para estacionamientos en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín», Navarro y León (2018) afirman que el objetivo principal es



evaluar y crear pavimentos porosos capaces de adaptarse a diversos tipos de vehículos. Este estudio experimental examina el hormigón permeable con componentes agregados de 3/4« y 3/8» y porcentajes de infiltración del 10 %, 12 % y 15 % utilizando métodos básicos aplicados y un nivel de investigación aplicada-explicativa. Se realizaron un total de 36 dosis para garantizar resultados óptimos según los criterios especificados. Estas incluyeron 9 muestras con material de 3/4« y arena, 9 muestras con material de 3/4» solo, 9 muestras con material de 3/8» solo o con diferentes porcentajes de huecos. El estacionamiento de la UNSM también fue objeto de una encuesta a los estudiantes con fines de verificación y mejora. El diseño del pavimento rugoso también incluyó un estudio del suelo, realizado desde el mismo punto de observación. El espesor del pavimento de 100 mm se determinó mediante el Esal del tráfico de vehículos y el diseño del pavimento rugoso; la norma especifica un espesor mínimo de 200 mm. Con una carga de transmisión de 3, los resultados mostraron que la capa superior del pavimento debía tener un espesor de 20 cm y un coeficiente de permeabilidad de 1,00. Finalmente, se consideraron y se descartaron muchos diseños hasta que se identificó el ideal: resistente, poroso y rugoso.

En el marco de sus estudios de Ingeniería Civil en la Pontificia Universidad Católica del Perú, Guizado y Curi presentaron un trabajo de investigación titulado «Evaluación del hormigón permeable como alternativa para el control de aguas pluviales en carreteras locales y pavimentos especiales en la costa noroeste del Perú». Este estudio se propuso examinar el hormigón permeable como posible sustituto de los sistemas tradicionales de gestión de aguas pluviales en pavimentos y carreteras únicos a lo largo de la costa norte del Perú. En la investigación experimental se utilizaron un total de quince diseños de mezcla. Dado que los resultados se obtuvieron mediante cálculos numéricos, el enfoque de la investigación puede describirse como cuantitativo. Bajo tensión de compresión, el hormigón permeable fabricado para esta investigación tiene un módulo de



rotura que oscila entre el 16 % y el 22 %. Por otro lado, con tensiones de compresión entre 175 y 250 kgf/cm<sup>2</sup>, el rango típico para el hormigón estándar es del 13 % al 15 %. La razón de esto es que la resistencia a la compresión del hormigón permeable viene determinada por su diseño. Se recomienda diseñar con un contenido de huecos inferior al 21,5 % para alcanzar una RM mínima de 34 kgf/cm<sup>2</sup>.

Tesis (Trujillo 2017) de Pérez Gordillo sobre la «Influencia del tamaño de las partículas de áridos gruesos en las propiedades mecánicas e hidráulicas del hormigón permeable». Diseñé una mezcla para granulometrías de áridos gruesos de 1/2«, 3/8» y n.º 4 utilizando los siguientes parámetros: una relación agua/cemento de 0,35, 8 % de finos, 15 % de huecos, 25,20 % de volumen de pasta y un factor b/bo de 0,94. Con densidades de 209,68 kg/cm<sup>2</sup> y 33,81 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, la cuarta granulometría obtuvo mejores resultados que las dos anteriores. El agregado más permeable fue el de granulometría 3/8", que tuvo un valor de 0,222 cm/s. Existe una tendencia general al aumento de la resistencia a la compresión a medida que disminuye el tamaño del agregado grueso cuando se consideran las resistencias a la flexión y a la compresión. Además, hubo una correlación media del 16,06 % entre los dos conjuntos de números, lo que significa que los resultados de este estudio se comportan de manera similar a lo especificado en la norma ACI 522 R-10.

### **2.1.3 Antecedentes locales**

«Influencia de la adición de fibras de vidrio en las propiedades mecánicas e hidráulicas del hormigón permeable  $f_c=175$  kg/cm<sup>2</sup> utilizado para pavimentos en la ciudad de Juliaca», escribieron Mamani y Valera (2022), explicando que el objetivo del estudio era evaluar los efectos de la adición de fibras de vidrio en las propiedades mecánicas e hidráulicas de los pavimentos  $f_c=175$  kg/cm<sup>2</sup> en Juliaca. En esta tesis se



utiliza un diseño cuasi-experimental aplicado, de nivel explicativo. También se incluyen los porcentajes en peso de los componentes que incluyen fibra de vidrio: 0,05 %, 0,10 % y 0,15 %. Según la investigación, tanto el hormigón normal como el hormigón reforzado con fibra de vidrio tenían una trabajabilidad de cero pulgadas. Los resultados después de 28 días indican que el hormigón con un 0,10 % de fibras de vidrio es el mejor. La presencia de fibras de vidrio aumenta la resistencia a la compresión en 9,22 kg/cm<sup>2</sup> en comparación con la muestra de control que no las incluye. También cabe mencionar que el coeficiente de permeabilidad disminuye con la inclusión de fibra de vidrio. La inclusión del 0,05 % de fibra da lugar a una disminución de la permeabilidad del 14,81 %. La adición del 0,10 % de fibra reduce la permeabilidad en un 24,9 %. La adición de un 0,15 % de fibra a la muestra de referencia también da como resultado una reducción de la permeabilidad del 29,70 %. Los resultados muestran que se obtienen 3,46 kg/cm<sup>2</sup> con un 0,05 % de fibra, 9,22 kg/cm<sup>2</sup> con un 0,10 % y 6,20 kg/cm<sup>2</sup> con un 0,15 % añadido. Al comparar la muestra de control con el hormigón poroso, la aplicación del 0,10 % produjo la máxima resistencia a la tracción. Cabe mencionar que las permeabilidades de las muestras son inversamente proporcionales a sus resistencias a la tracción (0,23 cm/s, 0,20 cm/s y 0,19 cm/s).

En su estudio titulado «Diseño de un pavimento rígido permeable como sistema de drenaje urbano sostenible», Guerra y Guerra (2020) quieren examinar el rendimiento del drenaje del pavimento poroso en cuatro tramos de la carretera que forman parte de la investigación. Su enfoque se basó en un diseño preexperimental. El uso de tiras de polipropileno fue una de las sugerencias realizadas por la AASHTO 93 durante el proceso de diseño del pavimento poroso. Con una permeabilidad de 0,463 cm/s, los resultados en términos de resistencia a la compresión fueron de 196,95 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, la losa de hormigón tenía un espesor de 20 cm y la base de filtro granular tenía un espesor de 30 y 40 cm. En los colectores primarios se utilizaron tubos con un radio de perforación de 15-

17,5 cm. Se comprobó que el pavimento poroso es una solución práctica para el drenaje del agua y que cumple las normas estructurales.

Oruna García, Erika Diana (2022) afirma en su tesis titulada «Diseño de hormigón permeable en carreteras del Parque Grau para mitigar las inundaciones temporales en Juliaca» que el hormigón permeable es un sistema de drenaje sostenible que se ha utilizado en zonas urbanas, especialmente en lugares como Juliaca, situada en el altiplano andino y con un alto índice de precipitaciones. La ausencia de colinas y otros terrenos ondulados dificulta el drenaje superficial en esta zona, lo que la hace poco idónea para recoger y liberar las precipitaciones a medida que caen. El estudio tenía como objetivo evaluar varios diseños de mezclas de hormigón permeable con diferentes porcentajes de vacíos (entre el 15 % y el 25 %), aditivos y su potencial uso en pavimentos de bajo tráfico con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, de acuerdo con la técnica ACI 522R. Se determinaron resistencias a la compresión de 158,54, 196,02, 155,77, 168,29, 144,05 y 156,35 kg/cm<sup>2</sup> mediante ensayos realizados en seis muestras siete días después del moldeado. Las resinas de las muestras se desprendieron sin problemas tras 28 días. Se identificó un porcentaje de huecos ideal del 20 %, que cumple los criterios de resistencia para infraestructuras con poco tráfico; no obstante, se hizo hincapié en la necesidad de un cuidado adecuado para evitar que las partículas pequeñas rellenen las zonas vacías del pavimento.

## **2.2 Marco teórico**

### **2.2.1 Concreto poroso**

El hormigón poroso, que se caracteriza por ser un material de grano abierto con un asentamiento casi insignificante, está compuesto principalmente por agua, aditivos y áridos gruesos; también se conoce como hormigón permeable. El agua puede filtrarse a

través de la sustancia endurecida que resulta de la unión de estos componentes, que tiene poros de entre 2 y 8 mm (0,08 y 0,32 pulgadas) de tamaño. Con una variación del 15 % al 35 % en volumen, su resistencia típica oscila entre 2,8 y 28 MPa, o entre 400 y 4000 psi. «Normalmente, el caudal de drenaje de los pavimentos permeables oscila entre 2 y 18 gal/min/p<sup>2</sup> y se ve afectado por el tamaño y la resistencia de los áridos». De 2015 (ACI-522R-10)

Para la permeabilidad de este hormigón es necesaria una subbase con un tamaño de grano determinado, y los ingredientes esenciales son una mezcla de hormigón altamente porosa. Por otro lado, los materiales utilizados para fabricar esta tecnología son idénticos a los que se emplean desde hace mucho tiempo para los pavimentos de hormigón. Este pavimento poroso es lo suficientemente resistente como para utilizarse en entradas de vehículos, aceras, aparcamientos y otras aplicaciones comunes de pavimentos de hormigón.

## Figura 1

*Concreto poroso*



*Nota. ECOCRET*

## 2.2.2 *Materiales para el concreto poroso*

### 2.2.2.1 Cemento

Elemento de la familia de los aglutinantes hidráulicos, es un polvo artificial que, al mezclarse con agua, sufre una reacción química que da lugar a un producto final sólido, resistente al aire y al agua. La mezcla de caliza, yeso y arcilla del cemento Portland lo hace muy versátil y, por lo tanto, se emplea en una amplia variedad de tipos de construcción. La combinación de áridos, agua y cemento produce el hormigón, que es un material de construcción. El mortero se fabrica a partir de áridos.

Abanto (2008) afirma lo siguiente: Para crear una masa sólida, los ingredientes del cemento Portland, que incluyen agua, arena y piedra, reaccionan lentamente con el agua.

Según N.T.P. E.60 Hormigón armado (2010), en las páginas 14 y 18, se dice que el cemento Portland es una sustancia en polvo que, cuando se mezcla con la cantidad adecuada de agua, genera una pasta aglutinante. Esta pasta puede solidificarse en agua o en el aire. El cemento que se utilizó para determinar la proporción de la mezcla de hormigón debe ser el mismo que se utilizó para el trabajo.

### **Figura 2**

*cemento portland*



### 2.2.2.1.1 Tipos de cemento

Hay muchos otros tipos de cemento que se utilizan en la industria de la construcción, pero el cemento Portland es, con diferencia, el más popular y adaptable. Existen variedades de cemento con diversas características deseables, como resistencia a los sulfatos, tiempo de fraguado rápido y uso en entornos únicos, como construcciones submarinas o entornos marinos.

Se fabrican diferentes variedades de cemento para diferentes fines, ya que cambiar las cantidades de los componentes del cemento afecta al comportamiento del hormigón hidratado. Todas las variedades de cemento se incluyen en la tabla siguiente.

### Figura 3

#### *Especificaciones del cemento*

Tipos de cemento	Denominaciones	Designaciones
I	Cemento Portland	CEM I
II	Cemento Portland con adiciones	CEM II
III	Cemento Portland con escorias de horno alto	CEM III
IV	Cemento puzolánico	CEM IV
V	Cemento compuesto	CEM V

### 2.2.3 Agua

El hormigón permeable está sujeto a las mismas normativas que regulan la calidad del agua en el hormigón convencional. La relación agua-cemento (w/c) suele mantenerse baja en el hormigón permeable, normalmente entre 0,26 y 0,40, para evitar que la pasta se drene y bloquee el sistema de poros (Bautista Pereda, 2018). Debido al comportamiento inesperado del material, es necesario controlar el contenido de agua del hormigón permeable para controlar su resistencia y trabajabilidad.

**Tabla 2***Agua de lluvia y agua potable para concreto*

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

Nota: NTC 3459.

#### 2.2.4 Agregados

Los componentes naturales que pueden manipularse o modificarse se conocen como áridos. Junto con el agua y el cemento, constituyen los tres componentes necesarios para producir hormigón, y su tamaño puede variar desde partículas minúsculas hasta trozos de roca. La mezcla de partículas finas y gruesas determina las características del hormigón fresco y endurecido; estos áridos representan entre el 60 % y el 75 % del volumen del hormigón.

Se deben cumplir las siguientes normas: (N.T.P 400.037) o (A.S.T.M C 88) para el ensayo de áridos sometidos a largos periodos de condiciones húmedas o mojadas, o a suelos salinos o húmedos que reaccionan con los álcalis del cemento. Solo deben someterse a este ensayo los áridos que se vayan a utilizar en hormigón y que vayan a estar expuestos a heladas y deshielos, así como aquellos que cumplan los requisitos mínimos y severos.

### 2.2.4.1 El Agregado fino

El agregado grueso se define como aquel que no pasa por un tamiz normal de 74  $\mu\text{m}$  (n.º 200), pero que permanece en un tamiz estándar de 9,5 mm (3/8"). La norma técnica de Perú especifica que cualquier agregado fino utilizado en un diseño de mezcla debe cumplir estas especificaciones.

Puede estar compuesto por arena natural o artificial, o quizás una mezcla de ambas. Las partículas deben estar libres de contaminantes, con un perfil angular si es posible, y deben ser duras, compactas y robustas. No debe haber cantidades peligrosas de polvo, grumos, partículas escamosas o blandas, pizarra, alquitrán, álcalis, materiales orgánicos o cualquier otro producto químico potencialmente tóxico en el agregado fino.

Para garantizar que el agregado fino se clasifica dentro de los límites especificados en la norma ASTM C 33, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ El agregado no debe retener más del 45 % en dos tamices consecutivos. Lo ideal es que el tamaño de las partículas sea continuo, con valores que se mantengan en las mallas de la serie Tyler n.º 4 a n.º 100.
- ✓ En general, se recomienda que el tamaño de las partículas se encuentre dentro de estos rangos:

**Tabla 3**

*Límites de granulometría según el ASTM*

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

*Nota.* NTP 400.037.



#### 2.2.4.2 El agregado grueso

Según las normas ASTM C 33 y ACI 522R, el tamaño nominal máximo del agregado grueso suele ser de 3/4« a 3/8» pulgadas, y también debe cumplir con los estándares de gradación. La trabajabilidad del agregado puede verse afectada si su tamaño es demasiado grande, ya que aumenta su porosidad. Los agregados que se utilizan con frecuencia en pavimentos de hormigón permeable varían entre Huso n.º 67 y Huso n.º 8. Se debe evitar el uso de agregados bien graduados, ya que reducen la porosidad y podrían no tener suficiente espacio vacío.

- Tamaño máximo posible del agregado grueso: Según Rivva (2000), el agregado grueso se define como fragmentos de roca que pueden pasar a través de un tamiz n.º 4 (4,75 mm), ya sea de forma natural o mediante medios artificiales de desintegración. La grava y la piedra triturada son ejemplos comunes de agregados gruesos (p. 17).
- El tamiz más pequeño de la serie necesario para lograr la primera retención, que es el tamaño nominal máximo del agregado grueso. Según la Norma Técnica Peruana (NTP 400.01), estos son los valores máximos permitidos.

La grava, a veces conocida como «guijarros», es un tipo de agregado que se forma cuando las rocas se separan naturalmente unas de otras por factores climáticos como el hielo. Es una vista típica en las canteras.

La siguiente tabla muestra los grados que deben cumplir los agregados gruesos de acuerdo con la norma ASTM C 33:

**Tabla 4**

*Granulometría del agregado grueso*

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

Nota. NTP 400.037.

### 2.2.5 Aditivos para el concreto

Los aditivos para hormigón modifican las propiedades del material tanto en estado húmedo (fluidez, homogeneidad y trabajabilidad) como en estado seco (permeabilidad, resistencia, durabilidad y fricción). La dosis estándar del aditivo es una dosis de la combinación.

- Conseguir que se ajuste a las especificaciones del hormigón cambiando una o varias de sus características.
- Será más fácil y manejable de construir.
- Mejorar la funcionalidad durante el transporte y el uso.
- Facilitar el movimiento, la mezcla y el transporte del hormigón.

- Modificar los componentes o las cantidades de la combinación para mejorar la eficiencia y el rendimiento.

Realizar ajustes en  $f'c$  para obtener mejores resultados y ahorrar más dinero. Las ocho categorías de aditivos se definen en la norma N.T.P. 334.088.

### Figura 4

#### *Tipos de Aditivos*

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

*Nota.* NTP 334.088

#### **2.2.6 Aditivos superplastificantes**

Polímero mejorado Es un aditivo que puede reducir drásticamente el contenido de agua del hormigón sin alterar su consistencia, o aumentar drásticamente la consistencia sin alterar su contenido de agua, o ambas cosas a la vez.

Los hormigones fluidos con una consistencia elevada se obtienen añadiendo estos aditivos reductores de agua de alto rango a hormigones con una consistencia baja y una relación agua/cemento baja. La norma ASTM C 1017 surgió de la necesidad de producir aditivos para hormigón fluido, que a su vez surgió de la creciente popularidad de este material. Mejorar momentáneamente la fluidez de las mezclas de hormigón sin influir en las posibles cualidades del hormigón endurecido es el requisito fundamental que se busca cuando se emplea un aditivo superplastificante. Es importante realizar los estudios necesarios para evitar los posibles efectos negativos de los compuestos reductores de agua.

Cuando se utiliza hormigón fluidificado con aditivos, a menudo no es necesario compactar los encofrados, y la gravedad por sí sola puede ser suficiente para su colocación. Debido a esta cualidad, se utiliza principalmente en situaciones en las que es difícil compactar o colocar el hormigón, cuando los encofrados son muy pequeños o cuando hay un exceso de acero de refuerzo.

### Figura 5

*Aditivo superplastificante*

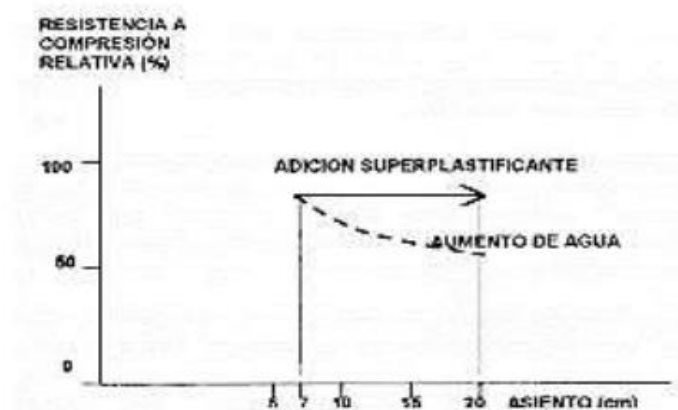


Los productos conocidos como superplastificantes existen desde hace tiempo, pero siguen mejorando; ahora pueden reducir el consumo de agua hasta en un 30 % sin efectos negativos.

La incorporación de estos productos químicos al hormigón modifica su reología, lo que a su vez facilita su mezcla in situ sin sacrificar la resistencia y con menos agua de lo habitual. Sin alterar la resistencia ni otras propiedades, el superplastificante actúa como se muestra en la figura 6 cuando se emplea la misma cantidad de agua y aditivo.

## Figura 6

### *Acción del superplastificante*



Nota: por Fernández, 2013.

## 2.3 Propiedades del concreto poroso

### 2.3.1 Propiedades en estado fresco

#### A. Asentamiento

Para los componentes estructurales más importantes, se realiza una prueba de fluidez en laboratorio para determinar la sedimentación. Se obtiene una muestra, que puede ser premezclada (de fábrica) o preparada in situ. Castañeda U. et al. (2014) afirman que, a diferencia del hormigón convencional, la calidad del hormigón permeable no viene determinada por la sedimentación. En cambio, su objetivo es comprobar la trabajabilidad de la mezcla. Los parámetros del estudio se encontraban dentro del rango típico de valores.



## **B. Peso unitario**

El hormigón poroso tiene aproximadamente el 70 % de la densidad del hormigón normal por unidad de peso. Según Imcyc (2008), se construyó de acuerdo con las normas establecidas por la ASTM C1688. Hay una serie de variables que afectan a la densidad final del hormigón, entre ellas las características de los áridos, el contenido de aire y la relación agua-cemento, entre otras. En términos sencillos, la densidad aumenta a medida que disminuye el volumen de la pasta (áridos), y el volumen máximo de áridos determina las proporciones de agua y cemento.

## **C. Tiempo de fraguado**

El tiempo que tarda el hormigón en perder maleabilidad y endurecerse es una forma sencilla de explicarlo. La aplicación correcta de aditivos en el hormigón permeable depende de tener en cuenta la resistencia de la mezcla, ya que esto afecta al tiempo de fraguado más corto. Según Castañeda et al. (2014), para una mezcla, transporte, colocación, compactación y acabado uniformes, estas cualidades son fundamentales, ya que determinan la trabajabilidad de la mezcla. El asentamiento, la cohesión y un alto contenido en pasta son cruciales.

### **2.3.2 Propiedades en estado endurecido**

#### **a) Porosidad**

Para que una estructura de hormigón se considere porosa, debe tener un porcentaje de huecos o fragmentos de agujeros en su interior, o bien el área ocupada por huecos en la estructura del material. Estudios previos han determinado que esta proporción debe situarse entre el 15 % y el 25 %.

## **b) Permeabilidad**

La capacidad de dejar pasar el agua a través de su estructura interna es una característica del hormigón poroso que evita daños estructurales. Cuando se utilizan procedimientos de eliminación inadecuados, la capacidad del hormigón poroso puede verse comprometida. Esto se debe a que una compactación excesiva puede provocar la obstrucción de los poros, lo que a su vez elimina la capacidad del líquido para moverse a través del material. Debido a su permeabilidad y contenido de huecos, este tipo de hormigón puede filtrar el agua de lluvia a través de su estructura, ya sea permitiendo que fluya hacia el subsuelo o recogiénola para su uso posterior. Estas son las características más importantes de este tipo de hormigón.

### **2.3.3 Propiedades mecánicas**

#### **A. La resistencia a compresión**

Aquí se define la capacidad máxima de carga axial de una muestra de hormigón. En el caso del hormigón poroso, es de aproximadamente 17 MPa, aunque en algunas investigaciones se han encontrado valores de hasta 28 MPa. Lo único que importa para la resistencia a la compresión son los ingredientes, la cantidad de trabajo dedicado a la compactación y el porcentaje de huecos.

#### **B. Resistencia a la flexión**

Es la carga máxima que puede soportar una viga o losa de hormigón no armado en un momento dado. La resistencia a la flexión del hormigón permeable puede oscilar entre 1 y 3,8 MPa. Esta variable se evalúa utilizando relaciones empíricas basadas en la resistencia a la compresión debido a su carácter dinámico. Las principales limitaciones de este material son su baja resistencia a la compresión y a la flexión. Este tipo de hormigón



tiene un precio más elevado, ya que se necesitan determinados productos químicos para proporcionar una resistencia adecuada a la compresión y a la flexión.

#### **2.3.4 *Diseño del Concreto Permeable***

El proceso de diseño de una mezcla de hormigón incluye la determinación de las proporciones correctas de los distintos componentes. El resultado puede verse afectado por una gran variedad de factores, lo que hace inviable la comparación directa entre los distintos procesos de diseño de mezclas. Por lo tanto, aún no se ha determinado si este enfoque ofrece resultados óptimos.

La técnica de diseño de la mezcla es la metodología más popular para estimar las proporciones, y está respaldada y recomendada por el comité ACI 211.1. Es necesario evaluar y modificar las proporciones del hormigón, ya sea en un entorno controlado o in situ.

#### **2.3.5 *Métodos de Prueba de Permeabilidad***

##### **a. Descripción de la prueba**

Esta cualidad se evalúa mediante una serie de pruebas que miden la resistencia del material a la penetración de líquidos y la velocidad a la que fluye el agua a través de él. A continuación, se enumeran tres métodos populares para evaluar la permeabilidad del hormigón permeable.

En una prueba de permeabilidad en laboratorio, se somete una pequeña sección de hormigón a presión de agua utilizando un aparato especializado. El índice de permeabilidad es la cantidad de agua que se puede medir durante un periodo de tiempo



determinado midiendo el volumen que atraviesa una muestra. El permeámetro es una de las herramientas que se pueden utilizar para realizar el experimento.

La evaluación in situ de la permeabilidad del hormigón se lleva a cabo mediante la prueba de infiltración in situ. Se inserta un instrumento cilíndrico con dos anillos en el hormigón poroso mediante un dispositivo intrusivo. La tasa de infiltración, que mide la rapidez con la que el agua entra en el hormigón, se determina llenando el cilindro con agua (H<sub>2</sub>O). Dado que se adapta a diferentes profundidades y ubicaciones de ensayo, esta prueba es ideal para evaluar la permeabilidad en entornos reales.

Mediante moldes que permiten que el agua fluya a través de una parte del material, se someten muestras de hormigón a una carga continua de agua con el fin de determinar su permeabilidad. El uso de un molde permeable, diseñado para imitar el movimiento del agua, permite realizar ensayos controlados de permeabilidad.

## **b. Especificaciones y directrices**

El cumplimiento de determinadas normas y reglamentos que definen los procedimientos de ensayo y los criterios de evaluación es fundamental para garantizar la fiabilidad y validez de los ensayos de permeabilidad. Entre los componentes importantes y las condiciones necesarias se incluyen:

### **I. Estándares de evaluación**

Es posible medir la tasa de infiltración en milímetros por hora (mm/h) o litros por minuto por metro cuadrado (L/min/m<sup>2</sup>). Esta estadística cuantifica la tasa de penetración del agua en el hormigón durante un periodo de tiempo determinado.

Una medida cuantitativa de la permeabilidad al agua del hormigón es la profundidad a la que el agua penetra en el material. El ensayo proporciona datos útiles sobre la distribución de la permeabilidad en la pieza con respecto a la geografía.

## II. Regulaciones y estándares

La Sociedad Americana para la Prueba y Materiales (ASTM) estableció el procedimiento de prueba estándar ASTM C1701/C1701M. Este artículo describe un procedimiento exhaustivo para determinar la tasa de infiltración del hormigón permeable en el sitio especificado. Se cubre en detalle todo, desde la preparación de las porciones hasta la aplicación del agua y la medición de la tasa de infiltración.

Para medir la densidad, la absorción y los huecos en el hormigón endurecido, la técnica estándar es la norma ASTM C642. Los indicadores importantes de la permeabilidad son la absorción de agua y los huecos en el hormigón, que se incluyen en esta norma junto con la permeabilidad.

La permeabilidad del hormigón endurecido a presión se define en la norma europea EN 12390-8, que examina la capacidad del material para dejar pasar el agua. La impermeabilidad del material puede evaluarse mediante esta técnica.

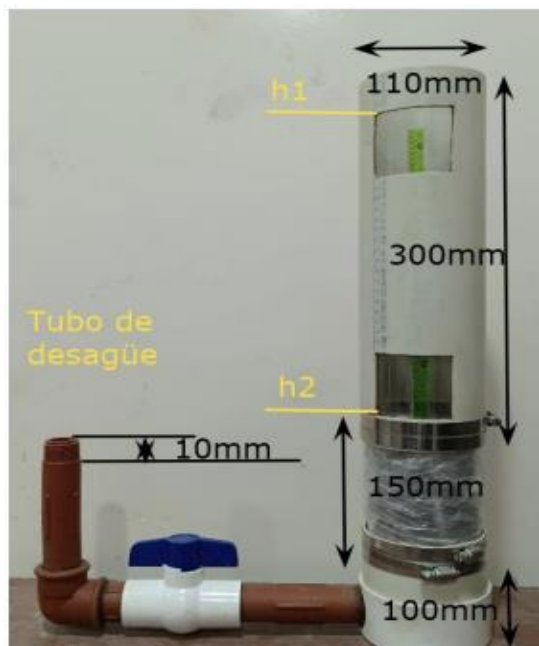
El estudio 522R del American Concrete Institute detalla amplias directrices y recomendaciones para la preparación, mezcla, colocación y ensayo del hormigón permeable. También se incluyen técnicas de evaluación de la permeabilidad.

Para verificar la eficacia del hormigón permeable en entornos prácticos y evaluar su capacidad de gestión del agua, se requieren técnicas de ensayo de permeabilidad. Siguiendo ciertas normas y reglamentos, se pueden obtener resultados fiables que mejoran

las cualidades del hormigón y garantizan su eficacia en proyectos de construcción respetuosos con el medio ambiente, cumpliendo todas las normas y criterios de calidad.

### Figura 7

*Instrumento para medir el coeficiente de permeabilidad*



## 2.4 Marco conceptual

1. **La precipitación.** La lluvia recoge esta agua en forma de escorrentía, que corre lentamente por la superficie o el suelo. El agua de lluvia tiene el potencial de transportar contaminantes, suciedad y productos químicos cuando fluye por diversas superficies.
2. **Hormigón permeable.** Se trata de un hormigón que permite que se filtre una gran cantidad de agua debido a su alta porosidad o porcentaje de huecos. Los ingredientes principales son agua, aditivos, áridos gruesos (sin áridos finos) y cemento Portland. El resultado de esta combinación de materiales es un material resistente con poros interconectados de 2 a 8 mm,



un contenido de huecos del 15 al 35 %, una resistencia a la compresión de 2,8 a 2,8 MPa y una capacidad de infiltración de 81 a 730 L/min/m<sup>2</sup>.

3. **Diseño de pavimentos permeables.** A partir de este conjunto de estudios y técnicas, se construye una estructura de pavimento que cumple los criterios técnicos en cuanto a especificaciones, características y cualidades, con el hormigón permeable como elemento principal de la superficie.
4. **Grado de permeabilidad.** Esto significa que el material puede soportar el paso de una determinada cantidad de agua sin sufrir daños. El rango típico del coeficiente de permeabilidad del hormigón permeable está entre 0,2 y 0,54 cm/s.
5. **Índice de vacíos.** Es la proporción de espacio vacío respecto al volumen total de un material, como la tierra o el hormigón.
6. **Piedras y pavimentos.** Los áridos se forman uniendo los componentes inertes de los materiales aluviales con pasta de cemento. Estas piezas de áridos conforman una estructura resistente y duradera.
7. **Desgaste.** La fricción de las barras de hierro fundido genera variaciones en las gradaciones de los materiales granulares gruesos, que se miden por el grado de desgaste que experimentan en esta prueba.
8. **Asentamiento.** Una forma de describir la consistencia de una mezcla de hormigón es el grado de facilidad con que se trabaja. En pocas palabras, es un material de construcción que se presta bien al moldeado, prensado y alisado.
9. **Hormigón.** Los ingredientes básicos del hormigón son arena, grava, agua, aditivos y cemento. Posee una gran resistencia a la compresión cuando está



sólido y una calidad flexible cuando está líquido. Se fabrica combinando una pasta cementosa con partículas finas y gruesas.

**10. Áridos.** Midiendo el tamaño del grano, se puede determinar el tamaño relativo de los sedimentos y las partículas de una muestra y la proporción de suelo que constituyen. Este tipo de análisis se realiza mediante sedimentación o tamizado cuando las partículas son muy pequeñas.

**11. Resistencia a la compresión.** Una de las propiedades mecánicas más destacadas del hormigón es su resistencia natural a la compresión. El módulo de tensión, o la fuerza que un material puede resistir por unidad de superficie, es una medida de su resistencia. Las unidades de medida de la presión del agua incluyen megapascuales (MPa),  $\text{kg/cm}^2$  y, en ocasiones, psi.



## CAPITULO III

### METODOLÓGIA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Nivel de investigación

Se observa una mejora en su uso, con diversificaciones favorables, según Tamayo (2010), quien afirma en su estudio que los estudios aplicados suelen emplear materiales que provocan cambios en los lugares donde se implementan. En la misma línea, se describirán con gran detalle los métodos utilizados para alcanzar todos los objetivos previstos.

Este estudio es un ejemplo de proyecto de investigación aplicada.

#### 3.2 Tipo de investigación

Según Hernández et al. (2014), que definen la investigación cuasi-experimental como «la manipulación deliberada de al menos una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes», la diferencia entre los experimentos puros y los cuasi-experimentos radica en el nivel de certeza que se puede obtener con respecto a la similitud inicial de los grupos. En lugar de emparejar o asignar personas al azar, los métodos cuasi-experimentales incluyen la formación previa de grupos de



participantes. Se creará un diseño de investigación cuasi-experimental para probar el hormigón poroso y determinar la eficiencia del pavimento poroso con el fin de cumplir los objetivos de la tesis.

### **3.3 Enfoque de investigación**

Mediante la realización de mediciones numéricas basadas en correlaciones entre dos variables dependientes estrechamente relacionadas, este estudio de investigación define la técnica cuantitativa mediante la recopilación de datos de la variable independiente.

### **3.4 Población y muestra**

#### **3.4.1 Población**

La porosidad y la cantidad de aditivos, como el superplastificante Sikacem, añadidos al hormigón determinarán la población del estudio.

#### **3.4.2 Muestra**

La investigación utilizará muestras cilíndricas de hormigón poroso con una resistencia específica de  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. Además, se utilizará hormigón junto con diferentes concentraciones de superplastificantes químicos. El objetivo de esta contribución es medir la resistencia a la compresión. Los investigadores que participan en este estudio han definido duraciones de 7, 14 y 28 días.

**Tabla 5**

Total, de especímenes para los ensayos.

Descripción	Periodo de curado (días)			Cantid. de muestras
	7	14	28	
MP + 0%A.F. + 0%SP	3	3	6	12
MP + 5%A.F. + 0.50%SP	3	3	6	12
MP + 10%A.F. + 1.0%SP	3	3	6	12
MP + 15%A.F. + 1.50%SP	3	3	6	12
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>48</b>

### 3.4.3 Técnicas de procesamiento

#### a) Búsqueda de información

El estudio previsto se preparó minuciosamente mediante una búsqueda exhaustiva y minuciosa de la bibliografía pertinente. Otro de los objetivos principales de esta búsqueda fue encontrar y analizar tesis anteriores, artículos de investigación especializados y publicaciones académicas de prestigio sobre el tema. Podemos estar seguros de que nuestra investigación estará bien fundamentada y respaldada por el amplio corpus de conocimientos adquirido durante este proceso.

#### b) Materiales empleados para la investigación

- ✓ **Agregados**
- ✓ **Superplastificante sikacem:** Aunque funcionan de manera similar a los plastificantes, los superplastificantes (también llamados reductores de agua de alta eficiencia) son mucho más eficaces. Con estos aditivos, se puede fabricar hormigón con mucha menos agua y seguir obteniendo una buena trabajabilidad y resistencia.

**Figura 8**

*Aditivo superplastificante sikacem*



Nota. (Sika Perú, 2019)

### 3.4.4 *Propiedades físicas del agregado grueso*

#### **A. Análisis Granulométrico**

Para el procedimiento es necesaria una muestra que cumpla los requisitos de la norma NTP 400.010. A continuación, la muestra se combina y se diluye hasta alcanzar el volumen especificado para el ensayo según la norma ASTM C 702. Después, se continúa con el procedimiento de acuerdo con la norma NTP 400.012. El secado y la determinación de la masa son los primeros pasos para clasificar el material mediante tamices con orificios cada vez más pequeños, con el fin de determinar la distribución y el tamaño.

#### **B. Tamaño Máximo**

El agregado grueso no puede ser más pequeño que el tamaño del filtro más pequeño por el que pasó la muestra.

**Figura 9***Categorización del agregado***C. Peso específico y contenido de absorción**

Se seleccionaron aproximadamente 2000 g del material para el procedimiento de cuartos y, a continuación, se sumergieron en una bandeja con agua durante 24 horas para garantizar que quedaran totalmente saturados. Al cabo de un día, se retiró el exceso de agua de la bandeja y se secaron suavemente las partículas del agregado con una toalla de franela hasta que quedaron apenas húmedas y pesaron alrededor de 1 kg. Antes de introducir la muestra seca en el molde de alambre, se midió su peso tras sumergirla en agua. Se necesitaron 24 horas en el horno para poder determinar el peso de la muestra seca.

**Figura 10***Pesando de la muestra saturada*

#### D. Peso Unitario

##### ✓ Peso Unitario Suelto

Al pesar el conjunto y el recipiente metálico que contenía el agregado suelto, obtuvimos el peso final. El siguiente paso fue determinar el volumen del recipiente. No fue necesario utilizar la varilla para triturar el agregado antes de verterlo en una sola capa, ya que el recipiente metálico tenía una capacidad de un tercio de pie cúbico.

#### Figura 11

*Colocando la muestra en el molde P.U.S.*



##### ✓ Peso Unitario Compactado

El siguiente paso consistió en trasladar con cuidado el material grueso nivelado a un recipiente metálico de  $1/3$  de pie cúbico. A medida que se llenaban las tres capas, se utilizó una varilla metálica lisa 25 veces para compactar cada una de ellas. Una vez determinado el peso del agregado compactado utilizando el recipiente metálico, se golpeó y se volvió a pesar. El último paso consistió en determinar la capacidad del recipiente.

## Figura 12

*P.U.V del agregado grueso*



### E. % de Humedad

Pesamos más de 100 gramos de agregado grueso sin procesar, lo horneamos durante 24 horas y luego lo pesamos nuevamente cuando estaba seco.

## Figura 13

*Muestra en el horno*



### 3.4.5 *Propiedades físicas del árido fino*

#### **A. Análisis Granulométrico**

Tras triturar la muestra de áridos finos en el suelo, se dejó reposar durante 24 horas. Una vez pesada la muestra, se filtró el árido fino con un filtro n.º 200 para eliminar cualquier resto de agua y partículas más pequeñas. A continuación, se dejó reposar la muestra en el horno durante un día más. Por último, se vertió el árido en tamices normales, se agitó y se pesó el material sobrante.

#### **B. Módulo de fineza**

El porcentaje total de agregado fino retenido en los tamices 4-100 se utilizó para calcular el módulo de finura.

### **Figura 14**

*Gradación del árido fino*



#### **C. Peso específico y absorción**

Se sumergió medio kilogramo de árido fino durante veinticuatro horas utilizando el método de los cuartos, sumergiéndolo en una bandeja con agua. Tras 24 horas, se pesó

la muestra en la bandeja para eliminar el exceso de agua. Una vez que las partículas de árido estaban húmedas y parecían secas, se secaron suavemente con un trozo de papel. A continuación, se sumergió la muestra de árido fino y se vertieron 500 ml de agua en un vial. A continuación, se añadió más agua al vial hasta alcanzar los 500 ml. El siguiente paso fue anotar el peso en agua. Se drenó el agua del vial, se transfirió el agregado fino a un recipiente y se midió el peso de la muestra seca tras un día en el horno.

#### **D. Peso unitario**

##### **✓ Peso U. compactado**

Cada capa de la mezcla de tres capas se comprimió con 25 golpes de una varilla metálica, se apisonó y, a continuación, se pesó después de nivelar el agregado en un recipiente metálico de 1/3 de pie cúbico. A continuación, estimamos la cantidad de agregado compactado que había en el interior midiendo el peso del recipiente metálico, lo que nos permitió determinar la capacidad del recipiente.

#### **Figura 15**

*Peso de la muestra compactada*



### ✓ **Peso unitario suelto**

Los pesos se tomaron después de colocar cuidadosamente el material en un recipiente metálico de 1/3 de pie cúbico sin comprimirlo en absoluto. A continuación, pesamos el agregado suelto para determinar su peso y luego evaluamos la capacidad del recipiente metálico.

### **Figura 16**

*Colocando en el molde la muestra*



### **E. Contenido de humedad**

La muestra de agregado fino pesaba 100 g y se trituroó una muestra de 1 kg. Las muestras se secaron y se pesaron tras hornearse durante 24 horas.

#### **3.4.6 Proporciones del diseño de mezcla**

La consideración de las propiedades agregadas y los resultados de las pruebas de mezcla previas al diseño sirvieron de base para establecer las proporciones del diseño de la mezcla. Las formulaciones de dosificación de este estudio se ajustaron a las normas establecidas en el documento que describe las características y especificaciones del

hormigón permeable. Para el hormigón permeable poroso, se desarrollaron las siguientes dosis para el diseño de la mezcla: estándar, con la adición de un aditivo superplastificante del +0,50 %, +1,00 % o +1,50 %, y para un diseño de hormigón con un  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup> de espesor.

### **Figura 17**

*Peso de materiales para el diseño*



#### **3.4.7 Curado de los Especímenes**

Aproximadamente veinticuatro horas después de la preparación, retire las muestras del molde. Además, puede retirarlas entre 18 y 20 horas después del vertido.

Una vez desmoldadas, etiquételas con la fecha, el diseño y cualquier otra información relevante. El método recomendado es curarlas en una piscina o foso a 23 °C +/- 2 °C.

Añadir cal al agua ayuda a mantener una temperatura constante. Saque la muestra del agua y déjela secar durante al menos 8 a 24 horas antes de someterla a pruebas con hormigón firme.

## Figura 18

### *Curado de especímenes*



#### **3.4.8 Procedimiento de resistencia a compresión**

Las muestras de ensayo deben extraerse del lugar de curado (fosa o piscina) antes de realizar el ensayo, lo que puede hacerse 7, 14 o 28 días antes del ensayo. Deje secar las muestras entre 5 y 24 horas antes del ensayo.

Las superficies que entren en contacto deben estar impecables. Utilice un calibre Vernier para medir los diámetros de las muestras de hormigón. Calcular la media de los dos diámetros medidos en ángulo recto entre sí en el centro de la muestra sometida a ensayo. Fijar los extremos de la muestra de ensayo con las placas de sujeción. Asegurarse de que la muestra está en la posición correcta antes de colocarla bajo la prensa hidráulica.

Asegúrese de que la lectura inicial es cero antes de iniciar la prueba presionando la palanca de la prensa hidráulica.

Mantenga una velocidad de aplicación de la carga constante y uniforme, de no más de 3,5 kg/cm<sup>2</sup>/seg, hasta que la carga se rompa, lo que debería ocurrir en un máximo de 100 segundos.

Anote la carga máxima posible (P) en kg. Obtenga la resistencia en kilogramos por centímetro cuadrado dividiendo la carga por el área.

### Figura 19

#### *Rotura del ensayo a compresión*



#### **3.4.9 Instrumentos de Recolección de datos.**

Las herramientas que se utilizarán incluyen fichas técnicas, validación de dispositivos, dictámenes de expertos, fiabilidad de la recopilación de datos y transporte de los áridos desde la cantera hasta el laboratorio.

#### **3.4.10 Validez.**

La presencia de hallazgos certificados por un experto en el ámbito de los ensayos de laboratorio sobre hormigón confirmará la legitimidad de esta investigación.

#### **3.4.11 Confiabilidad.**

La fiabilidad está garantizada cuando los instrumentos se calibran según las pruebas necesarias y se cuenta con el apoyo de un profesional con amplios conocimientos y experiencia en la materia.



### **3.5 Procedimientos.**

Para identificar correctamente el alcance de esta investigación, es necesario estudiar las referencias bibliográficas pertinentes.

Recopilación de datos mediante visitas al lugar de la investigación.

Recopilación y clasificación de los materiales de cantera adecuados para su uso en la formulación de mezclas de hormigón permeable óptimas.

Sugerencias para el diseño de mezclas de hormigón permeable. Proceso de recopilación de muestras de hormigón que representan los diseños de mezcla sugeridos.

Prueba de diferentes diseños de mezclas de hormigón mediante la rotura de muestras de ensayo. Utilización de los resultados para elaborar una tabla comparativa y elegir el mejor diseño de investigación.

### **3.6 Método de Análisis de Datos**

Los datos recopilados se analizarán y utilizarán para dar forma a la investigación, por lo que se trata de una referencia clara sobre su uso previsto. Un laboratorio de hormigón debidamente acreditado realizará los ensayos necesarios.

### **3.7 Aspectos éticos**

Para obtener un producto final fiable y que constituya un documento digno de confianza que pueda servir de guía para futuras investigaciones sobre el tema, es necesario adherirse a los principios éticos y prestar especial atención a la exactitud del trabajo de investigación, los resultados, las fuentes de información y otros aspectos.



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y ANALISIS

#### 4.1 Resultados de la investigación

Al final del proceso de estudio, tras analizar e interpretar los datos obtenidos mediante metodologías experimentales, teóricas o documentales, las conclusiones alcanzadas son los resultados producidos a partir de las investigaciones. Al responder a las preguntas de investigación con pruebas concretas, los resultados muestran hasta qué punto hemos avanzado en el camino hacia el éxito. En conjunto, resumen el estudio de forma lógica, destacando puntos clave como tendencias, patrones, medidas cuantitativas y cualitativas importantes y similitudes con otras investigaciones.

##### 4.1.1 *Procedimientos en laboratorio*

###### 4.1.1.1 Muestreo de cantera

La recopilación de datos se realizó siguiendo los procedimientos descritos en la norma NTP 400.010, relativa a la extracción y muestreo de áridos. El muestreo se llevó a cabo en la cantera «Isla», situada en la provincia de San Román, departamento de Puno. Debido a la importancia crítica del muestreo y los ensayos, el técnico debe actuar con

extrema precaución al estudiar el material de la cantera, con el fin de recoger muestras que reflejen con precisión el tipo y el estado del material seleccionado.

Tras visitar ambas canteras, el experto del laboratorio decidió finalmente que la cantera «Isla» proporcionaba el material de mayor calidad.

#### 4.1.1.2 % de humedad

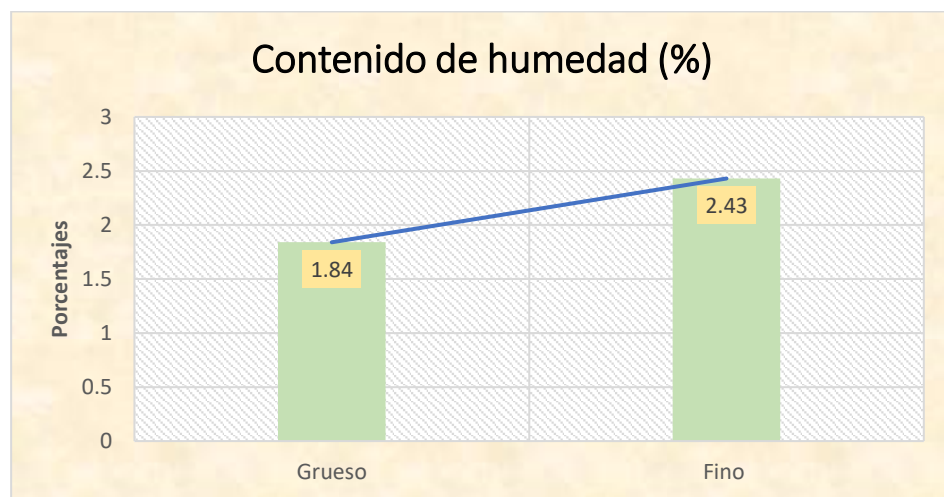
El porcentaje de agua que contiene un sólido se conoce como contenido de humedad (MTC E 215). Utilizamos el procedimiento recomendado para determinar el contenido total de humedad evaporable de los áridos mediante secado (NTP 339.185) para averiguar qué porcentaje de humedad había en nuestra muestra.

**Tabla 6**

*% de humedades de los agregados*

Descripción	A. fino	A. grueso
P. muestra humed. + Tarro	367.01	290.78
P. muestreo seco+ Tarro	359.45	286.87
P. Tarro	49.56	44.89
P. muestra húmeda	317.45	245.89
P. de muestreo seco	309.89	212.01
Peso - Agua	7.56	3.91
% Humedad	2.43	1.84

Los resultados de laboratorio para los áridos finos indican un porcentaje de humedad del 2,43 %. El porcentaje de humedad de laboratorio para los áridos gruesos de la cantera de Isla es del 1,84 %, como se muestra en la tabla 5. Al tratarse de áridos fabricados a partir de piedra triturada, su bajo contenido en humedad es fácilmente apreciable.

**Figura 20***Grafica del % de humedad*

Aquí podemos ver los gráficos de contenido de humedad para los áridos gruesos y finos, que muestran que los primeros tienen un valor del 1.84% y los segundos del 2,43%.

#### 4.1.1.3 Granulometría

##### ▪ A. Fino

La muestra de áridos finos debe secarse completamente antes de realizar el ensayo, por lo que se coloca en un horno a  $110 \pm 5$  °C durante 24 horas. Los 500 gramos de áridos finos se introducen en un recipiente y se pesan una vez finalizado el periodo de secado. A continuación, se colocan los tamices con la base hacia abajo: n.º 4, n.º 8, n.º 16, n.º 30, n.º 50, n.º 100 y n.º 200. Para evitar cualquier pérdida de material, se cubren los tamices después de colocar el agregado fino en su interior. Para utilizar un tamiz mecánico, basta con montar los tamices en los ejes correspondientes y pulsar el botón para que empiecen a girar. Cuando la máquina se apague por sí sola, el procedimiento habrá finalizado. Para filtrar a mano, realice movimientos circulares continuos durante tres minutos. Una vez

finalizada la etapa anterior, comience por pesar el material retenido en la malla superior y vaya bajando.

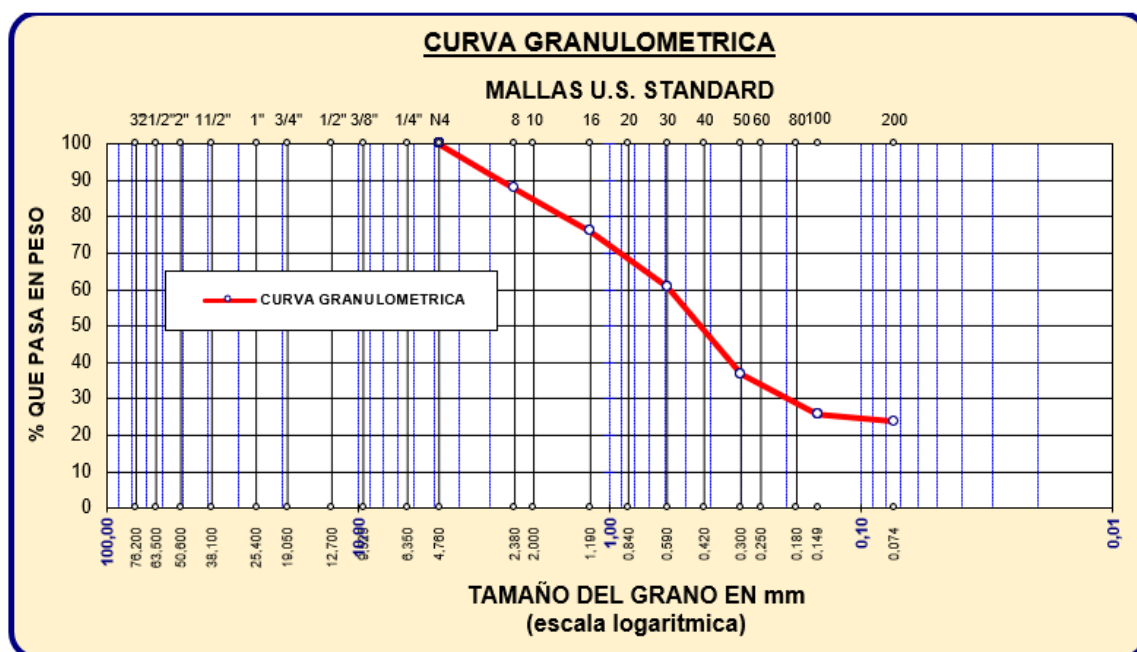
**Tabla 7**

*Granulometría del agregado fino*

Tamiz	mm	% R. (g)	% R. parcial	% R. acumul.	% pasa
No4	4.760	0	0.00	0.00	100.00
No8	2.380	76.99	12.28	12.28	87.72
No16	1.190	74.02	11.81	24.09	75.91
No30	0.590	95.11	15.18	39.27	60.73
No 50	0.300	150.67	24.04	63.31	36.69
No100	0.149	69.67	11.12	74.43	25.57
No200	0.074	11.89	1.90	76.32	23.68

**Figura 21**

*Curva granulométrica del A.F.*



El agregado utilizado se encuentra dentro de los límites especificados, como se observa en la figura 21.

#### ▪ A. Grueso

La muestra de áridos gruesos debe secarse completamente colocándola en un horno a  $110 \pm 5$  °C durante 24 horas antes de realizar el ensayo. Una vez secos los áridos gruesos, se colocan 3000 gramos en una bandeja y se pesan cuidadosamente. Clasifique los tamices por tamaño, empezando por el n.º 4 y continuando con el 3, el 2, el 1 ½, el 1, el ¾, el ½ y así sucesivamente, haciendo coincidir sus bases. Para evitar cualquier pérdida de material, extienda el agregado grueso y cúbralo. Si prefiere utilizar un tamiz mecánico, solo tiene que fijar los tamices a los ejes y encenderlos con el botón. Cuando la máquina se apague sola, el procedimiento habrá terminado. Si prefiere filtrar a mano, debe hacerlo durante 5 minutos realizando movimientos circulares continuos. A continuación, utilizando la tabla como guía, pese el material que queda en cada malla, empezando por la malla superior, y determine el grado de finura del material.

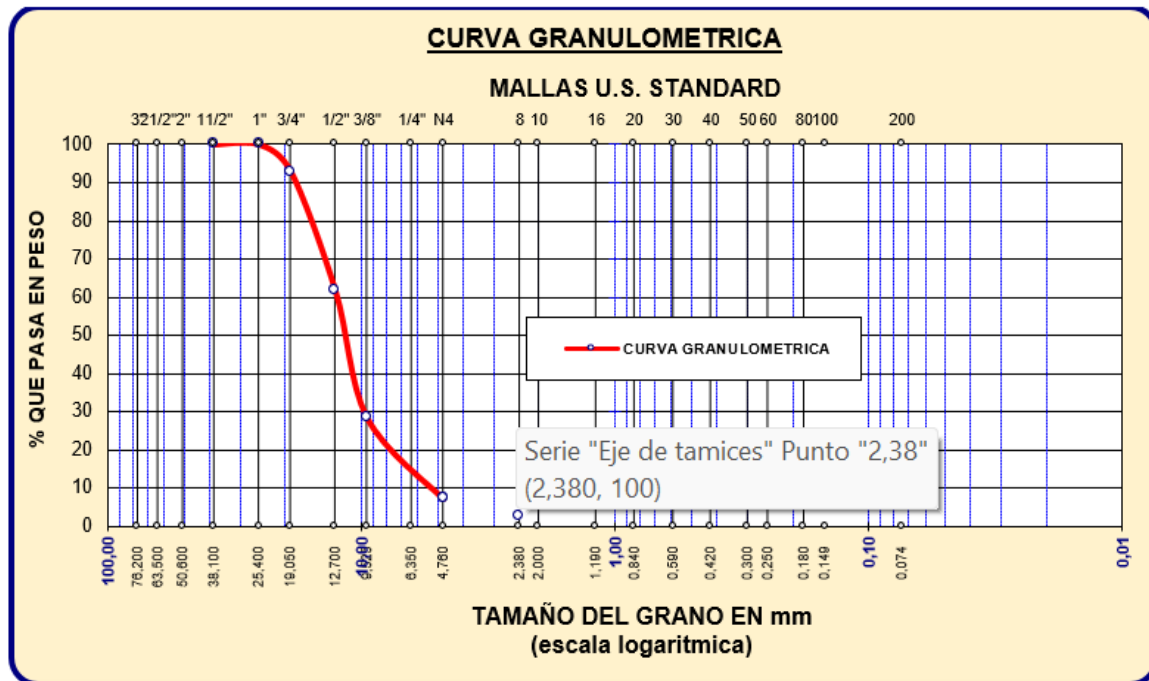
**Tabla 8**

*Granulometría del agregado grueso*

Tamiz	mm	% R. (g)	% R. parcial	% R. acumul.	% pasa
2'''	0	0	0.00	0.00	100.00
1 ½''	38.100	0	0.00	0.00	100.00
1''	25.400	0	0.00	0.00	100.00
¾"	19.050	216.89	7.09	7.09	92.91
½"	12.700	952.90	31.13	38.21	61.79
3/8''	9.525	1020.01	33.32	71.53	28.47
No4	4.750	651.34	21.28	92.81	7.19
No8	2.360	139.53	4.56	97.37	2.63

**Figura 22**

*Curva granulométrica del A.G.*



La imagen muestra claramente la disposición controlada y organizada de los áridos gruesos.

#### 4.1.1.4 Peso específico y absorción

- **A. Fino**

**Tabla 9**

*Resumen de P. específicos y absorción A.F.*

Ensayos	P. específico (gr/cm <sup>3</sup> )	absorción (%)
Fino	2.621	2.76

En la tabla 9, podemos ver que los áridos finos tenían pesos específicos de 2,621 g/cm<sup>3</sup> y una absorción de 2,76 %.

**Figura 23**

*Comparativa de P. específico y absorción A.F.*



- **A. Grueso**

**Tabla 10**

*Resumen de P. específicos y absorción del A.G.*

Ensayos	P. específico (gr/cm <sup>3</sup> )	absorción (%)
Grueso	2.689	1.68

**Figura 24**

*Comparativa de P. específico y absorción A.G.*



El peso específico del árido grueso es de 2,689 y el porcentaje de absorción de los áridos finos es de 1,68%, como se muestra en la tabla 10.

### 4.1.1.5 Peso unitario suelto y varillado

- P.U.S.

**Tabla 11**

*Valores promedios del P. U Suelto AF y AG*

Ensayos	P. U Suelto (kg/m <sup>3</sup> )
Grueso	1255
Fino	1562

**Figura 25**

*Comparativa de peso unitario suelto AF y AG*



Los valores para el peso unitario suelto de los áridos finos, como se muestra en la Tabla 11, son de 1562 kg/m<sup>3</sup>. La tabla 11 muestra los resultados para el peso unitario suelto de los áridos gruesos, que es de 1255 kg/m<sup>3</sup>. Después de realizar la prueba de peso unitario compactado, medimos y pesamos el molde para averiguar su volumen. Dividimos

el molde en tres capas y rodamos cada una de ellas con 25 golpes. Por último, nivelamos y apisonamos la tercera capa para completarla.

- **P.U.V.**

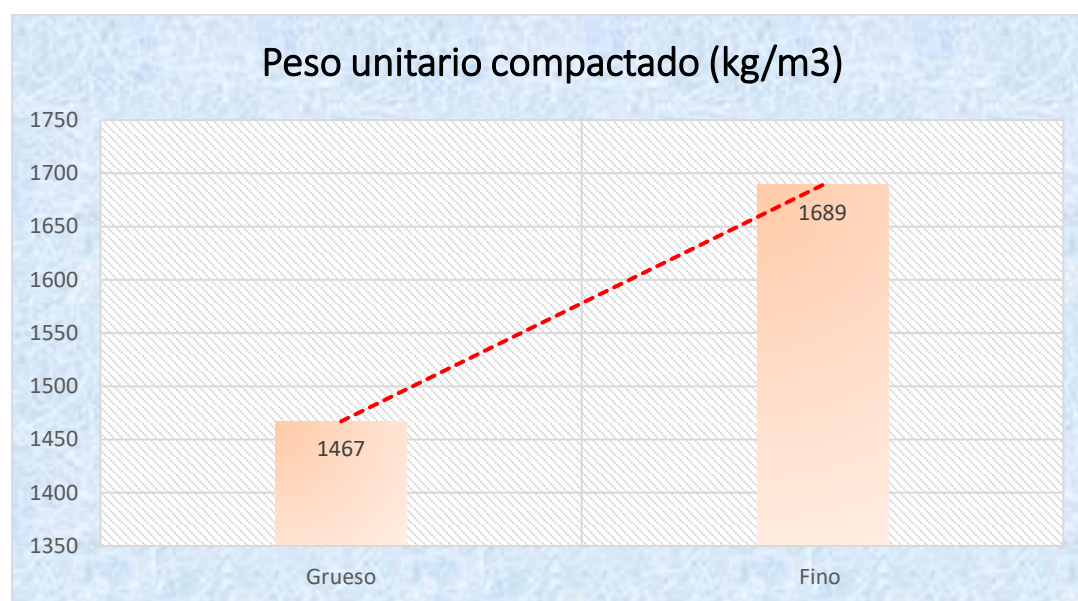
**Tabla 12**

*Valores promedios del P. U. Compactado del AF y AG*

Ensayos	P. U. Compactado (kg/m <sup>3</sup> )
Grueso	1467
Fino	1689

**Figura 26**

*Comparativa de peso unitario compactado AF y AG*



La tabla 12 muestra los resultados para el peso unitario compactado de los áridos finos, que es de 1689 kg/m<sup>3</sup>. Para los áridos gruesos se determinó un peso unitario compactado de 1467 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.1.1.6 Diseño de mezclas

Las tablas siguientes proporcionan los datos utilizados para producir el diseño de la mezcla con una resistencia de diseño de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (3000 psi).

**Tabla 13**

*Dosificación de materiales*

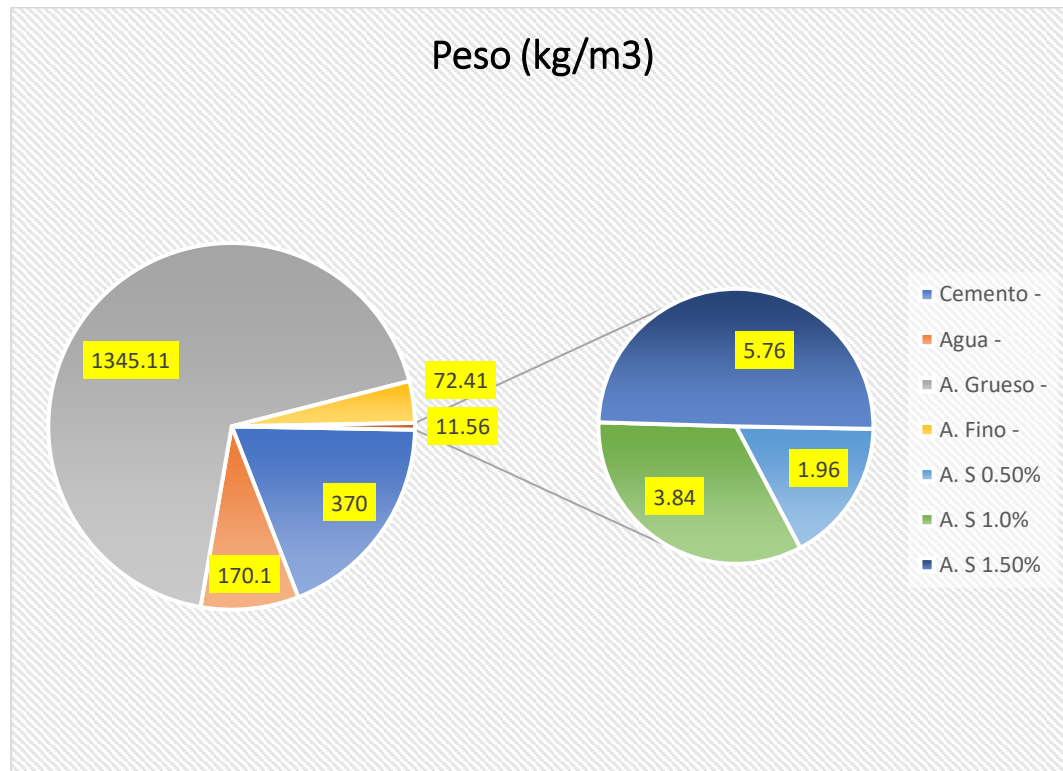
Espezif.	P. sec.	Vol. sec.	P. húm.	Vol. húm.
Cemento	370	1.00	370	1.00
Agua	194.50	0.53	170.10	0.46
A. G.	1230.08	3.28	1345.11	3.64
A. F.	70.01	0.19	72.41	0.20
Aire	1.50 %		1.50 %	

Los volúmenes y pesos secos del cemento, el agua, los materiales gruesos, los materiales finos, el aire y otros componentes se detallan en el diseño de la mezcla. Mientras que el porcentaje de aire se mantiene constante en un 1,50 % tanto en estado seco como húmedo, los demás componentes presentan variaciones sustanciales.

**Tabla 14**

*Componentes del concreto*

Material	Proporción (%)	Peso (kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	-	370
Agua	-	170.10
A. Grueso	-	1345.11
A. Fino	-	72.41
A. S	0.50%	1.96
A. S	1.0%	3.84
A. S	1.50%	5.76

**Figura 27***Dosificación de materiales*

Las cantidades sugeridas de muchos materiales -agua, áridos gruesos y finos, aditivos plastificantes en concentraciones de 0,50, 1 y 1,50 por ciento, y cemento en diferentes proporciones- se muestran en la tabla adjunta. Por ejemplo, el cemento pesa 370 kg/m<sup>3</sup>, el agua 170,10 kg/m<sup>3</sup>, los áridos gruesos 1345,11 kg/m<sup>3</sup> y los áridos finos 72,41 kg/m<sup>3</sup>; los pesos de los distintos elementos se expresan en kg por metro cúbico.

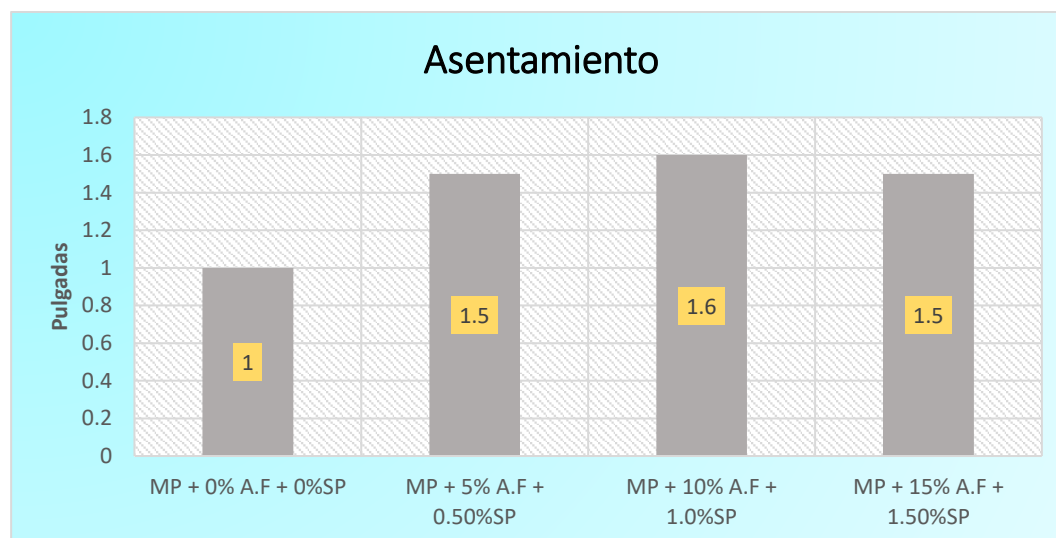
#### 4.1.2 Ensayo de revenimiento

Utilizamos la norma ASTM C 1688 para realizar una nueva prueba de asentamiento del hormigón permeable con el fin de garantizar que fuera lo suficientemente manejable y trabajable como para poder colocarlo.

**Tabla 15***Revenimiento*

Muestra	Asentamiento	Consistencia
MP + 0% A.F + 0%SP	1"	Seca
MP + 5% A.F + 0.50%SP	1.5"	Seca
MP + 10% A.F + 1.0%SP	1.6"	Seca
MP + 15% A.F + 1.50%SP	1.5"	Seca

La Tabla 15 muestra que el hormigón poroso producido con 0% A.F + 0%SP tuvo un asentamiento de 1 pulgadas y que el hormigón poroso producido con aditivo superplastificante tuvo un asentamiento de 1.5 pulgadas. Ambos diseños mostraron consistencia seca.

**Figura 28***Diagrama del asentamiento*

El gráfico muestra los resultados de la prueba de asentamiento de numerosas mezclas de hormigón, destacando tanto los promedios calculados como los valores individuales de las partes. Mientras que el eje horizontal agrupa las distintas

composiciones de las mezclas, la mezcla estándar (MP), las mezclas con proporciones variables de áridos finos y las mezclas con aditivos superplastificantes, el eje vertical muestra los valores de asentamiento en una escala de 0 a 1,8 pulgadas.

### 4.1.3 Resultados de resistencia a compresión

#### a) Resultados de rotura de testigos MP + 0% A.F + 0%SP

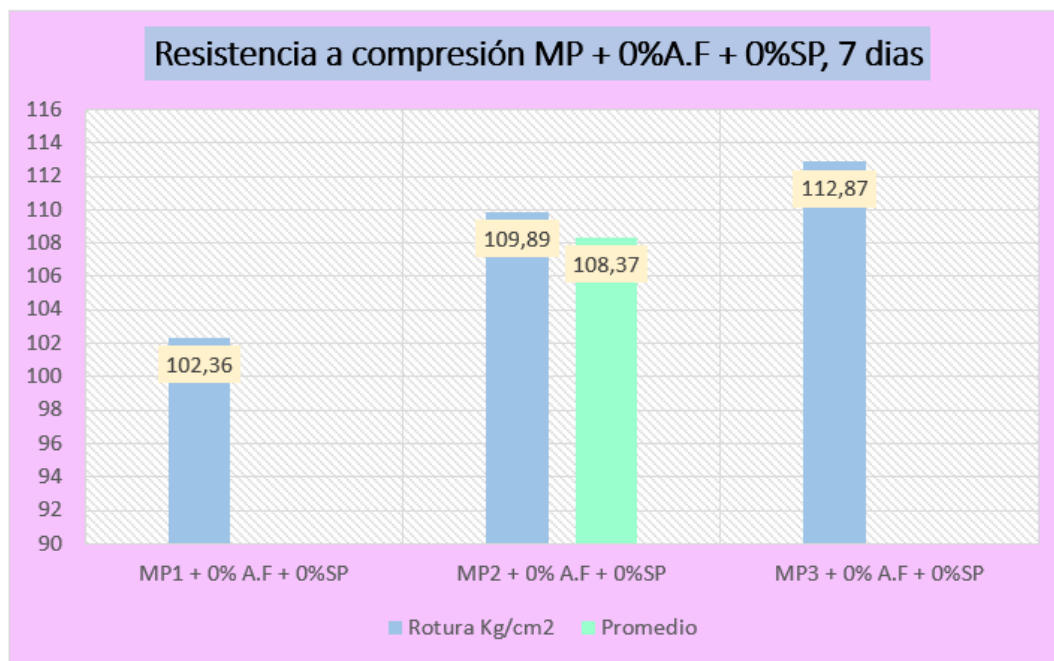
**Tabla 16**

*Resultados a compresión MP + 0% A.F + 0%SP, 7 días*

Código	Edad	F'c=Kg/cm2	Rotura Kg/cm2	Promedio
MP1 + 0% A.F + 0%SP			102.36	
MP2 + 0% A.F + 0%SP	7	210	109.89	108.37
MP3 + 0% A.F + 0%SP			112.87	

**Figura 29**

*Esfuerzo a compresión MP - 7 días*



Con un valor medio de 108,37 kg/cm<sup>2</sup> obtenido tras 7 días, la tabla n.º 16 y la figura n.º 29 muestran claramente cómo aumentan los valores de resistencia a la compresión con la edad del hormigón.

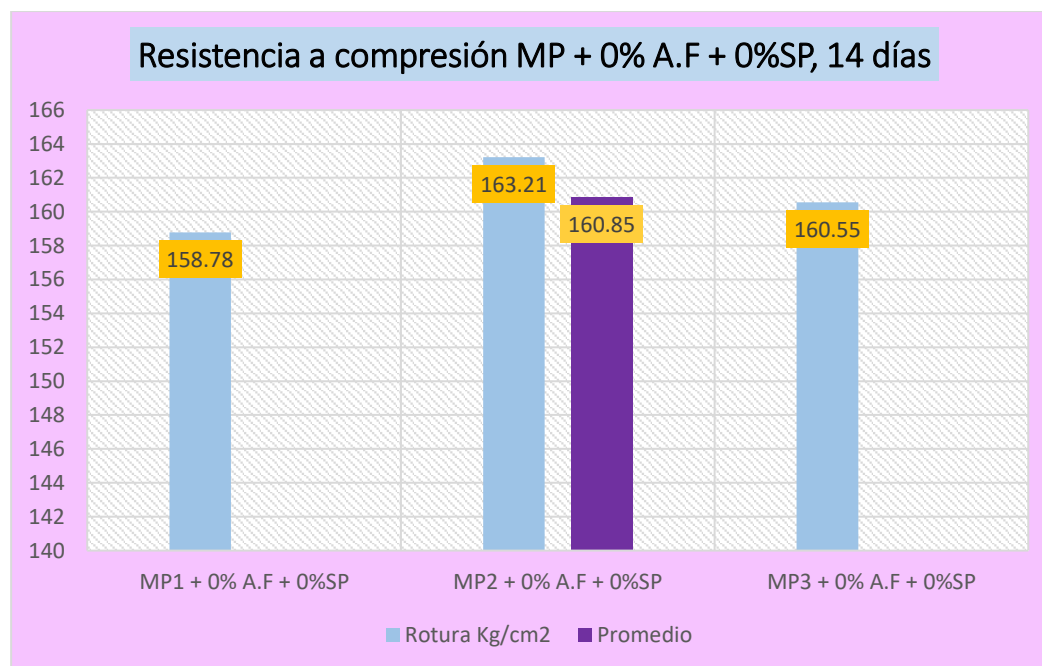
**Tabla 17**

*Resultados a compresión MP + 0% A.F + 0%SP, 14 días*

Código	Edad	F'c=Kg/cm <sup>2</sup>	Rotura Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio
MP1 + 0% A.F + 0%SP			158.78	
MP2 + 0% A.F + 0%SP	14	210	163.21	160.85
MP3 + 0% A.F + 0%SP			160.55	

**Figura 30**

*Esfuerzo a compresión MP - 14 días*



Los promedios de la prueba de resistencia a la compresión del hormigón poroso (MP), con un diseño convencional con adición de áridos finos, se muestran en la Tabla 17 y la Figura 30. El resultado promedio a los 14 días fue de 160,85 kg/cm<sup>2</sup>.

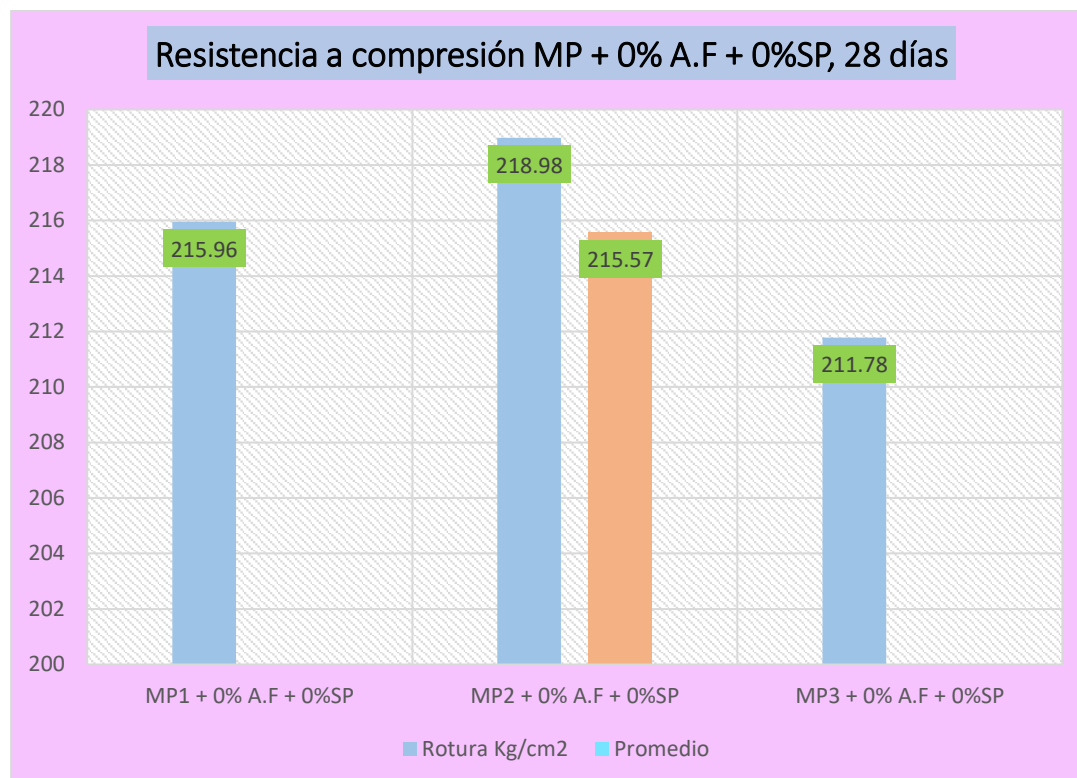
**Tabla 18**

*Resultados a compresión MP + 0% A.F + 0%SP, 28 días*

Código	Edad	F'c=Kg/cm2	Rotura Kg/cm2	Promedio
MP1 + 0% A.F + 0%SP			215.96	
MP2 + 0% A.F + 0%SP	28	210	218.98	215.57
MP3 + 0% A.F + 0%SP			211.78	

**Figura 31**

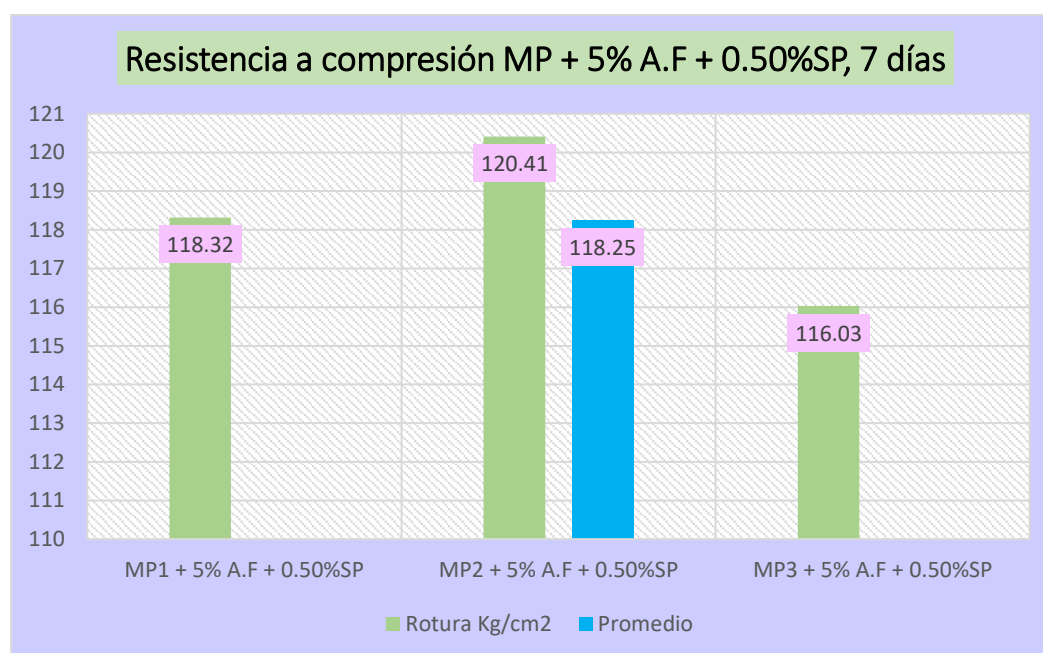
*Esfuerzo a compresión MP - 28 días*



Con un valor medio de 215.57 kg/cm<sup>2</sup> obtenido tras 28 días, la tabla n.º 18 y la figura n.º 31 muestran claramente cómo aumentan los valores de resistencia a la compresión con la edad del hormigón.

**b) Resultados de rotura de testigos MP + 5% A.F + 0.50%SP****Tabla 19***Resultados a compresión MP + 5% A.F + 0.50%SP, 7 días*

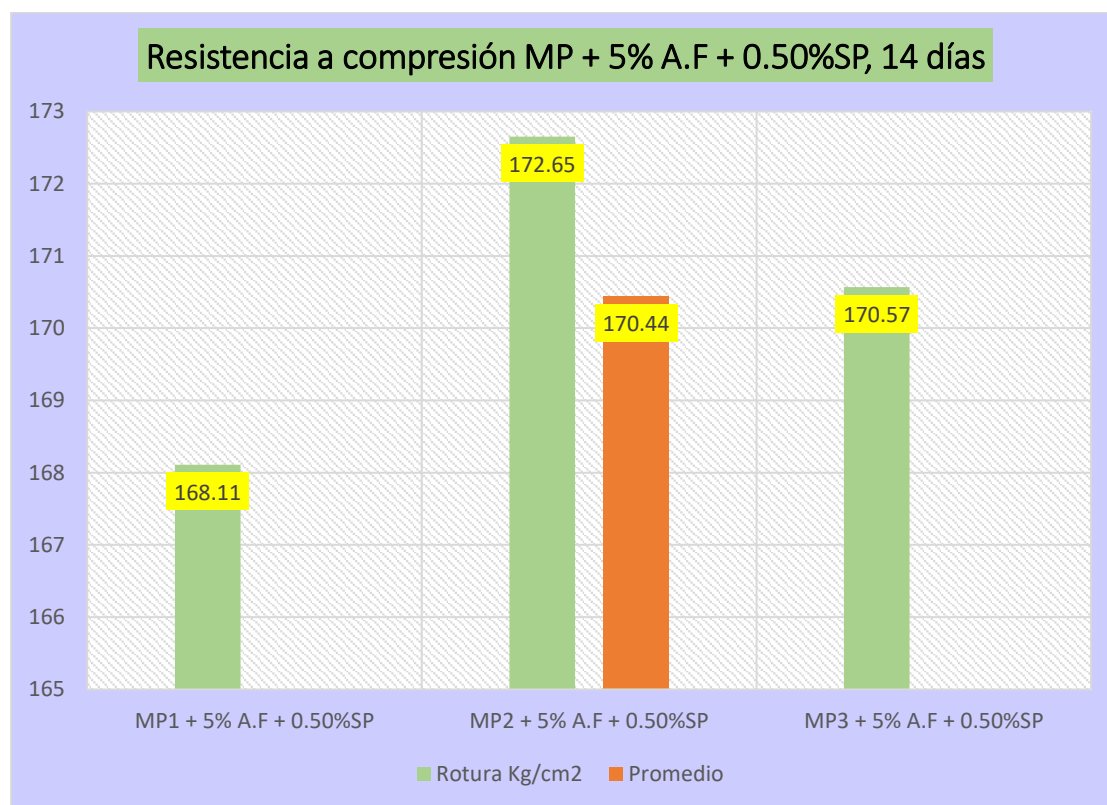
Código	Edad	F'c=Kg/cm2	Rotura Kg/cm2	Promedio
MP1 + 5% A.F + 0.50%SP			118.32	
MP2 + 5% A.F + 0.50%SP	7	210	120.41	118.25
MP3 + 5% A.F + 0.50%SP			116.03	

**Figura 32***Esfuerzo a compresión, 7 días*

Con un valor medio de 118,25 kg/cm<sup>2</sup> obtenido tras 7 días, la tabla n.º 19 y la figura n.º 32 muestran claramente cómo aumentan los valores de resistencia a la compresión a medida que aumenta la edad del hormigón.

**Tabla 20***Resultados a compresión MP + 5% A.F + 0.50%SP, 14 días*

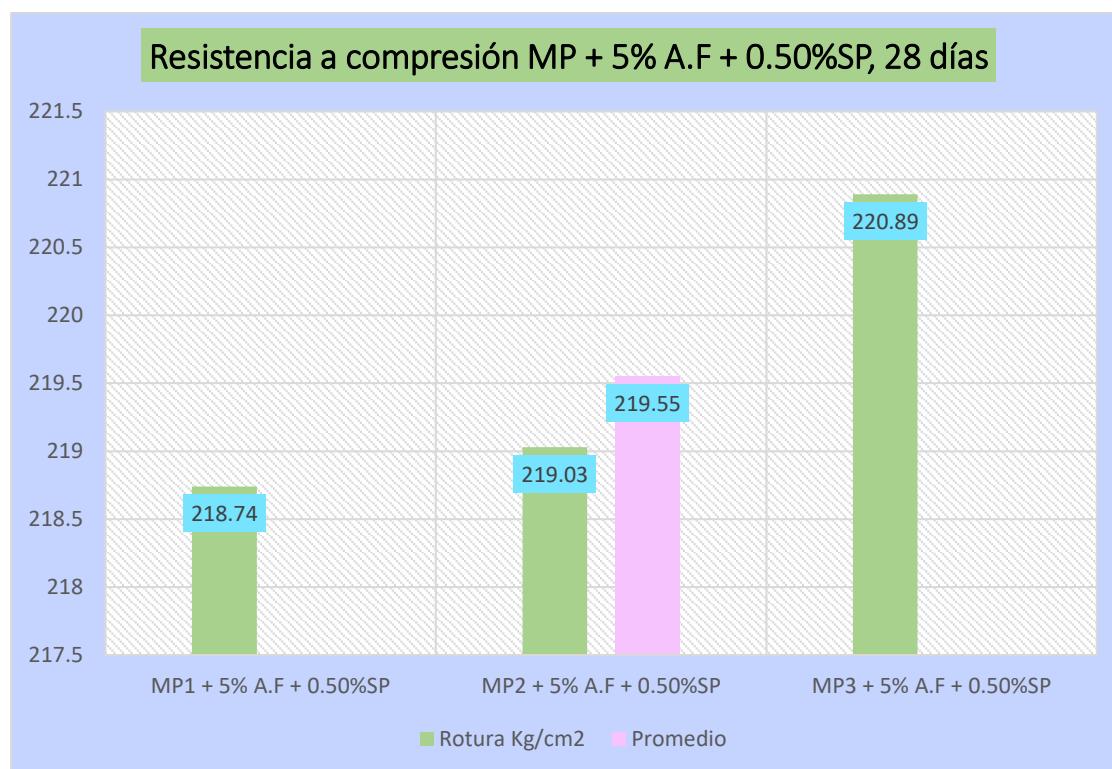
Código	Edad	F'c=Kg/cm2	Rotura Kg/cm2	Promedio
MP1 + 5% A.F + 0.50%SP			168.11	
MP2 + 5% A.F + 0.50%SP	14	210	172.65	170.44
MP3 + 5% A.F + 0.50%SP			170.57	

**Figura 33***Esfuerzo a compresión, 14 días*

La tabla n.º 20 y la figura n.º 33 indican de forma inequívoca cómo aumentan los valores de resistencia a la compresión a medida que aumenta la edad del hormigón. Se alcanzó un valor medio de 170,44 kg/cm<sup>2</sup> tras 14 días.

**Tabla 21***Resultados a compresión MP + 5% A.F + 0.50%SP, 28 días*

Código	Edad	F'c=Kg/cm2	Rotura Kg/cm2	Promedio
MP1 + 5% A.F + 0.50%SP			218.74	
MP2 + 5% A.F + 0.50%SP	28	210	219.03	219.55
MP3 + 5% A.F + 0.50%SP			220.89	

**Figura 34***Esfuerzo a compresión, 28 días*

Diseñada para resistir una resistencia a la compresión media de 219.55 kg/cm<sup>2</sup>, la tabla indica el rendimiento a la compresión de las muestras construidas con hormigón permeable. El gráfico muestra el rendimiento a la compresión variado de las muestras.

### c) Resultados de rotura de testigos MP + 10% A.F + 1.0%SP

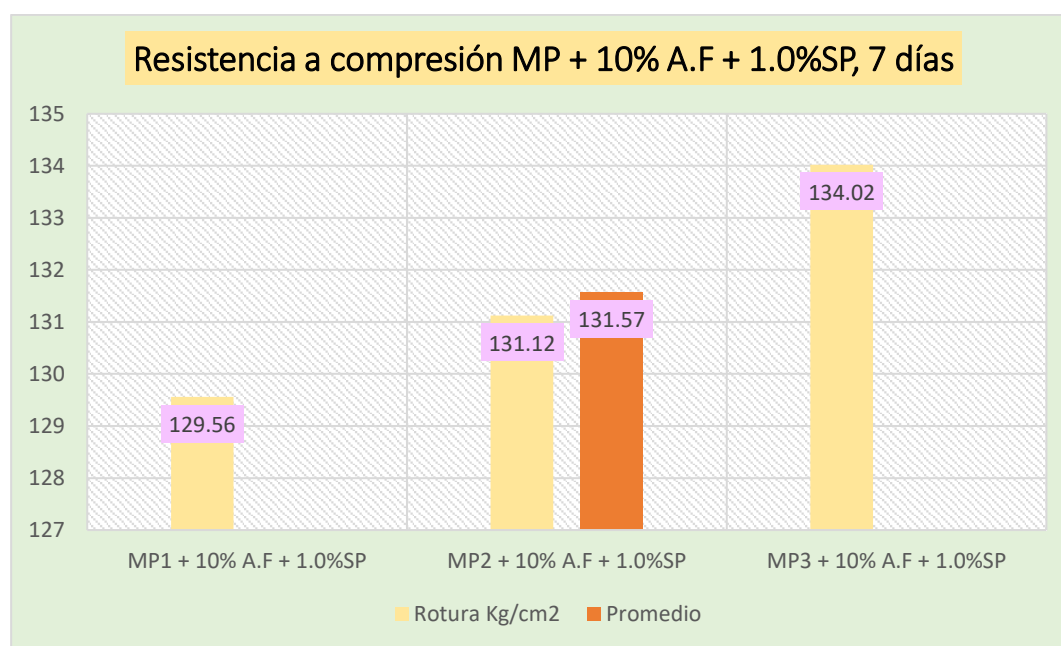
**Tabla 22**

*Resultados a compresión MP + 10% A.F + 1.0%SP, 7 días*

Código	Edad	F'c=Kg/cm2	Rotura Kg/cm2	Promedio
MP1 + 10% A.F + 1.0%SP			129.56	
MP2 + 10% A.F + 1.0%SP	7	210	131.12	131.57
MP3 + 10% A.F + 1.0%SP			134.02	

**Figura 35**

*Esfuerzo a compresión, 7 días*



Diseñada para resistir una resistencia a la compresión media de 131.57 kg/cm<sup>2</sup> tras siete días de curado, la tabla y el diagrama de la figura muestran el rendimiento a la compresión de muestras construidas con hormigón permeable.

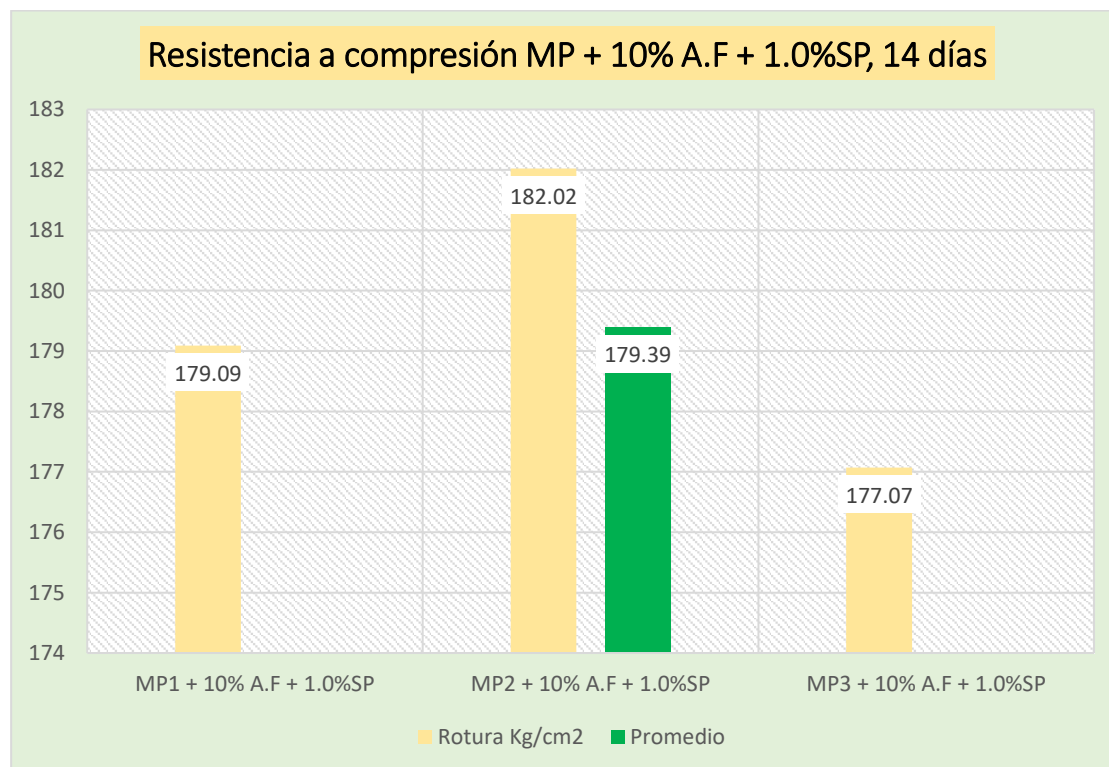
**Tabla 23**

*Resultados a compresión MP + 10% A.F + 1.0%SP, 14 días*

Código	Edad	F'c=Kg/cm2	Rotura Kg/cm2	Promedio
MP1 + 10% A.F + 1.0%SP			179.09	
MP2 + 10% A.F + 1.0%SP	14	210	182.02	179.39
MP3 + 10% A.F + 1.0%SP			177.07	

**Figura 36**

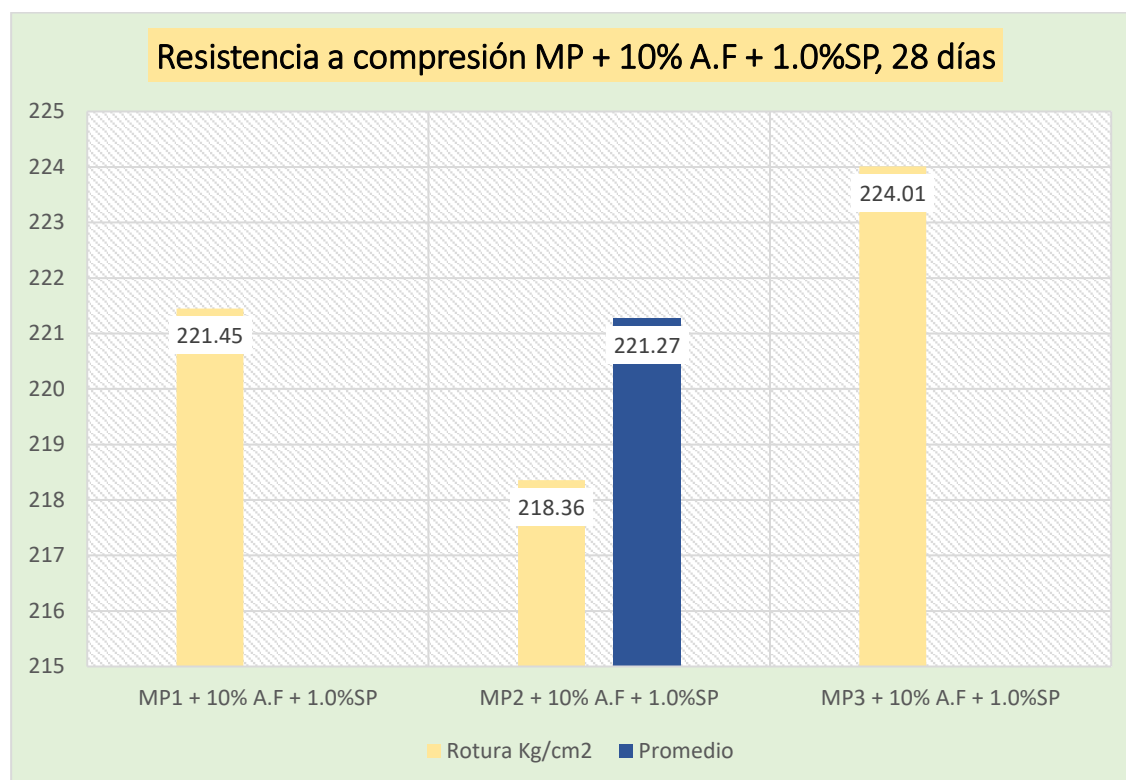
*Esfuerzo a compresión, 14 días*



El tablero # 15 muestra el rendimiento de la resistencia a la compresión de muestras fabricadas con hormigón permeable y puede resistir una resistencia a la compresión media de 179,39 kg/cm2. A continuación se representan gráficamente los rendimientos de resistencia a la compresión de las distintas muestras.

**Tabla 24***Resultados a compresión MP + 10% A.F + 1.0%SP, 28 días*

Código	Edad	F'c=Kg/cm <sup>2</sup>	Rotura Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio
MP1 + 10% A.F + 1.0%SP			221.45	
MP2 + 10% A.F + 1.0%SP	28	210	218.36	221.27
MP3 + 10% A.F + 1.0%SP			224.01	

**Figura 37***Esfuerzo a compresión, 28 días*

La tabla 24 y la figura 37 muestran los promedios de la prueba de resistencia a la compresión del hormigón poroso con un diseño estándar que incluye áridos finos y aditivo superplastificante. A los 28 días, el resultado medio fue de 221.27 kg/cm<sup>2</sup>.

### d) Resultados de rotura de testigos MP + 15% A.F + 1.50%SP

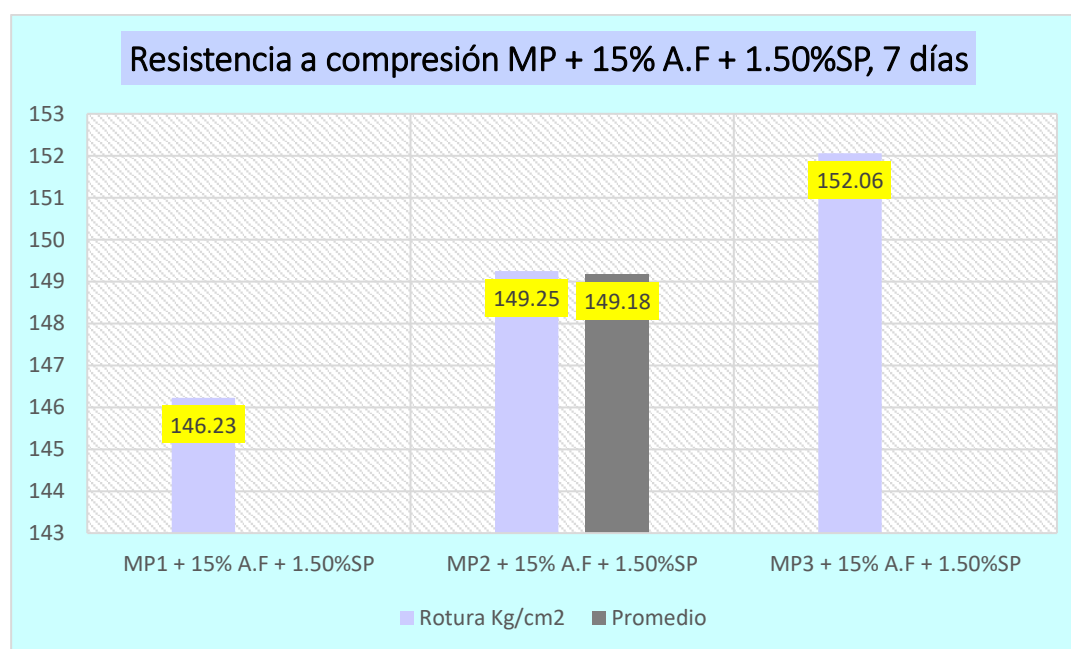
**Tabla 25**

*Resultados a compresión MP + 15% A.F + 1.50%SP, 7 días*

Código	Edad	F'c=Kg/cm2	Rotura Kg/cm2	Promedio
MP1 + 15% A.F + 1.50%SP			146.23	
MP2 + 15% A.F + 1.50%SP	7	210	149.25	149.18
MP3 + 15% A.F + 1.50%SP			152.06	

**Figura 38**

*Esfuerzo a compresión, 7 días*



Diseñada para resistir una resistencia a la compresión media de 149,18 kg/cm<sup>2</sup>, la tabla 25 y la figura 38 muestran el rendimiento a la compresión de muestras construidas con hormigón permeable.

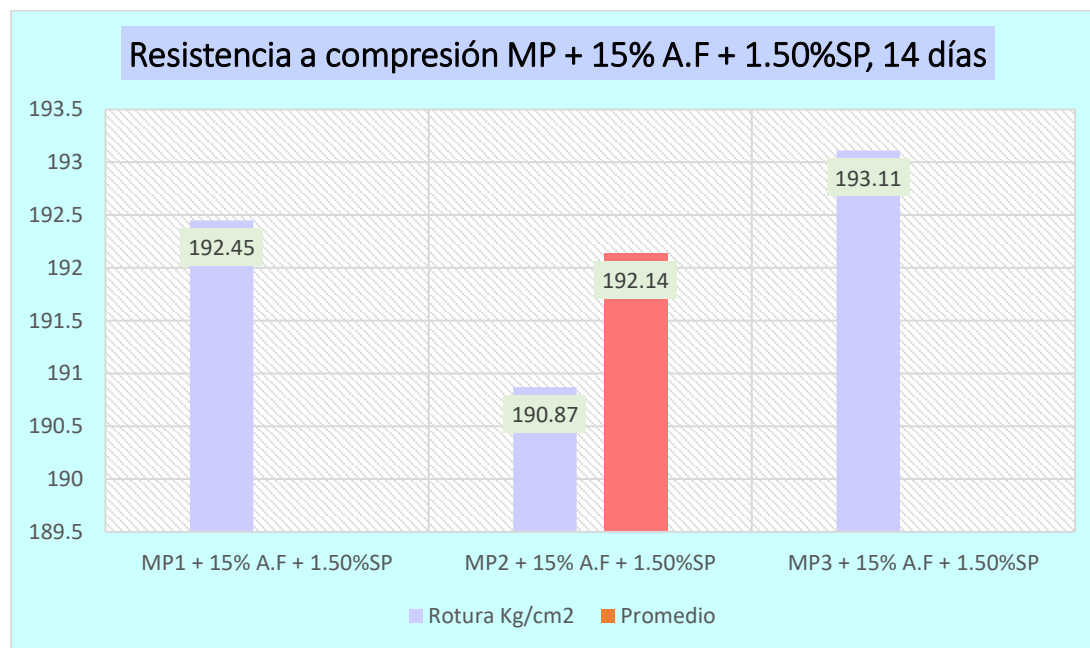
**Tabla 26**

*Resultados a compresión MP + 15% A.F + 1.50%SP, 14 días*

Código	Edad	F'c=Kg/cm2	Rotura Kg/cm2	Promedio
MP1 + 15% A.F + 1.50%SP			192.45	
MP2 + 15% A.F + 1.50%SP	14	210	190.87	192.14
MP3 + 15% A.F + 1.50%SP			193.11	

**Figura 39**

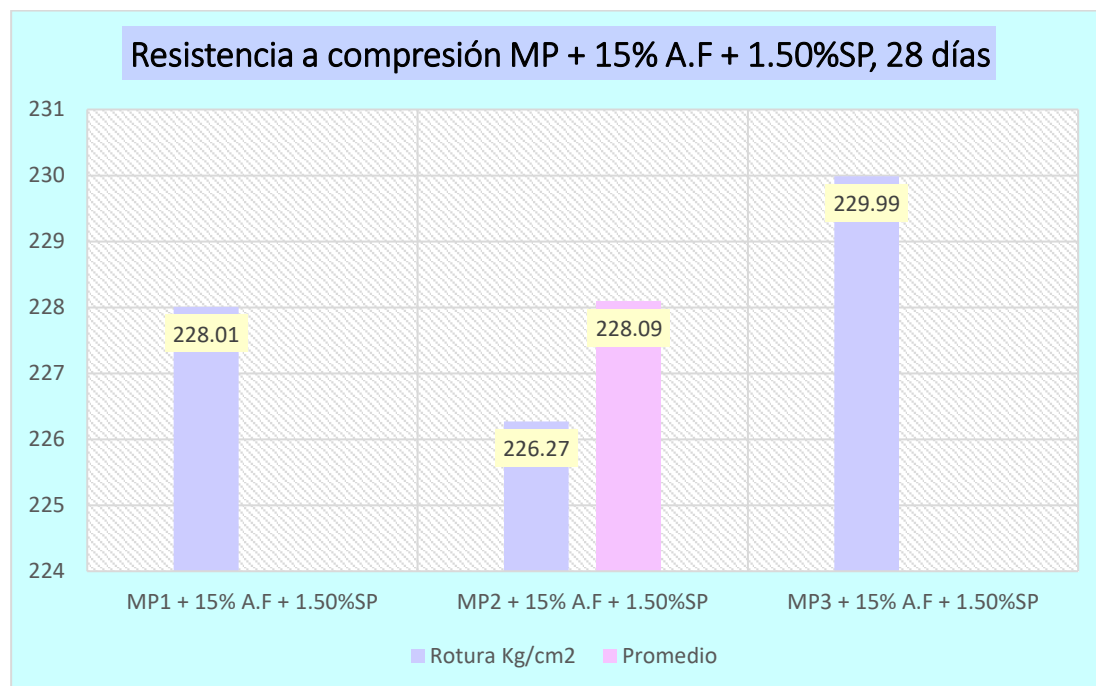
*Esfuerzo a compresión, 14 días*



Con un valor medio de 192,14 kg/cm<sup>2</sup> alcanzado a los 14 días, la tabla n.º 26 y la figura n.º 39 muestran claramente cómo aumentan los valores de resistencia a la compresión a medida que aumenta la edad del hormigón.

**Tabla 27***Resultados a compresión MP + 15% A.F + 1.50%SP, 28 días*

Código	Edad	F'c=Kg/cm2	Rotura Kg/cm2	Promedio
MP1 + 15% A.F + 1.50%SP			228.01	
MP2 + 15% A.F + 1.50%SP	28	210	226.27	228.09
MP3 + 15% A.F + 1.50%SP			229.99	

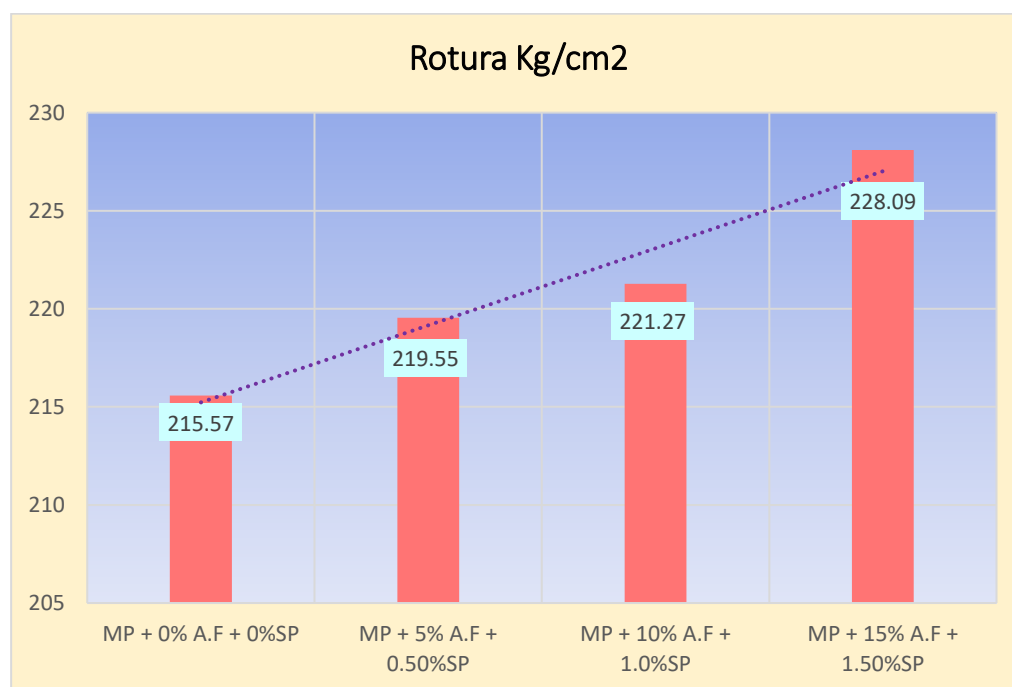
**Figura 40***Esfuerzo a compresión, 14 días*

Diseñada para resistir una resistencia a la compresión media de 228,09 kg/cm<sup>2</sup>, la tabla 27 y la Figura 40 muestran el rendimiento a la compresión de las muestras producidas con hormigón permeable.

**Tabla 28***Comparación de distintas resistencias a los 28 días*

Código	Edad	F'c=Kg/cm2	Rotura Kg/cm2
MP + 0% A.F + 0%SP			215.57
MP + 5% A.F + 0.50%SP	28	210	219.55
MP + 10% A.F + 1.0%SP			221.27
MP + 15% A.F + 1.50%SP			228.09

La tabla muestra las diferencias en el hormigón en función de los distintos porcentajes de aditivos superplastificantes añadidos.

**Figura 41***Comparativa de distintas resistencias, 28 días*

El comportamiento de la resistencia a la compresión del material medio de las numerosas secciones de hormigón permeable con diversas dosis de adición de superplastificante se muestra en el gráfico.

### 4.1.4 Valor de la permeabilidad del concreto poroso

La prueba se llevó a cabo utilizando un permeámetro construido con un diseño similar al presentado en ACI 522, que se refiere a Neithalath et al. (2003). Se construyó utilizando tubos y accesorios de PVC, y un tubo de PVC de 4" al que se conectó un flexómetro para determinar el nivel del agua. La prueba de permeabilidad se llevó a cabo de acuerdo con las cláusulas de la norma ACI 522R-10. Gracias a la ecuación de Darcy y a las herramientas del «permeámetro».

#### a) Permeabilidad del concreto poroso, MP + 0% A.F + 0%SP

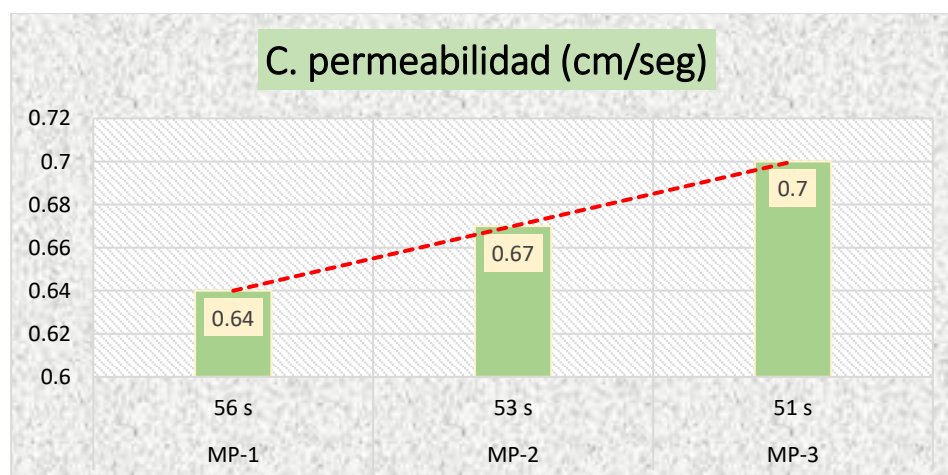
**Tabla 29**

*Valor de la permeabilidad MP, 28 días*

Código	Edad	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	Tiempo (s)	C. permeabilidad (cm/seg)	Promedio
MP-1			56	0.64	
MP-2	28	210	53	0.67	0.67
MP-3			51	0.70	

**Figura 42**

*Permeabilidad, MP + 0% A.F + 0%SP*



Los resultados de permeabilidad obtenidos a partir de tres muestras del diseño de hormigón poroso varían desde un valor medio de 0,67 cm/seg, dependiendo de las adiciones de 0 % de agregado fino y 0 % de superplastificante, como se muestra claramente en la Tabla 29 y la Figura 42. De acuerdo con la norma ACI 522R, los resultados calculados deben ser superiores o iguales a 0,14 cm/seg. Por lo tanto, se puede afirmar que el hormigón poroso es permeable.

### b) Permeabilidad del concreto poroso, MP + 5% A.F + 0.50%SP

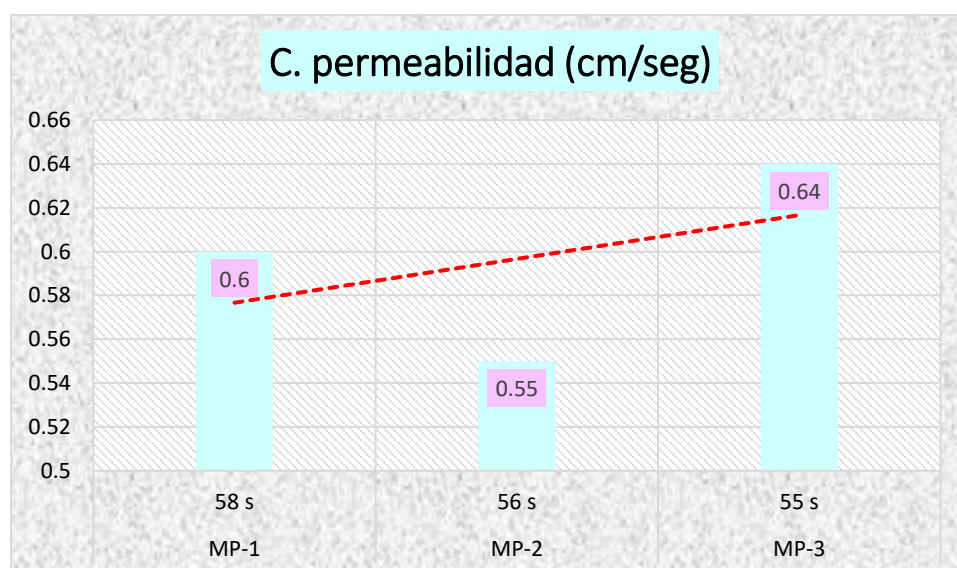
**Tabla 30**

*Valor de la permeabilidad MP + 5% A.F + 0.50%SP, 28 días*

Código	Edad	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	Tiempo (s)	C. permeabilidad (cm/seg)	Promedio
MP-1			58	0.60	
MP-2	28	210	56	0.55	0.60
MP-3			55	0.64	

**Figura 43**

*Permeabilidad, MP + 5% A.F + 0.50%SP*



Los resultados de permeabilidad obtenidos a partir de tres muestras del hormigón poroso oscilan entre un valor medio de 0,60 cm/seg, dependiendo de las adiciones de un 5 % de partículas finas y un 0,5 % de superplastificante, tal y como se muestra en la tabla 30 y la figura 43. Los valores calculados son claramente superiores al rango mínimo permitido por la norma ACI 522R, que es de 0,14 cm/seg. Por lo tanto, se puede afirmar con seguridad que el hormigón poroso permite el paso del agua.

### c) Permeabilidad del concreto poroso, MP + 10% A.F + 1.0%SP

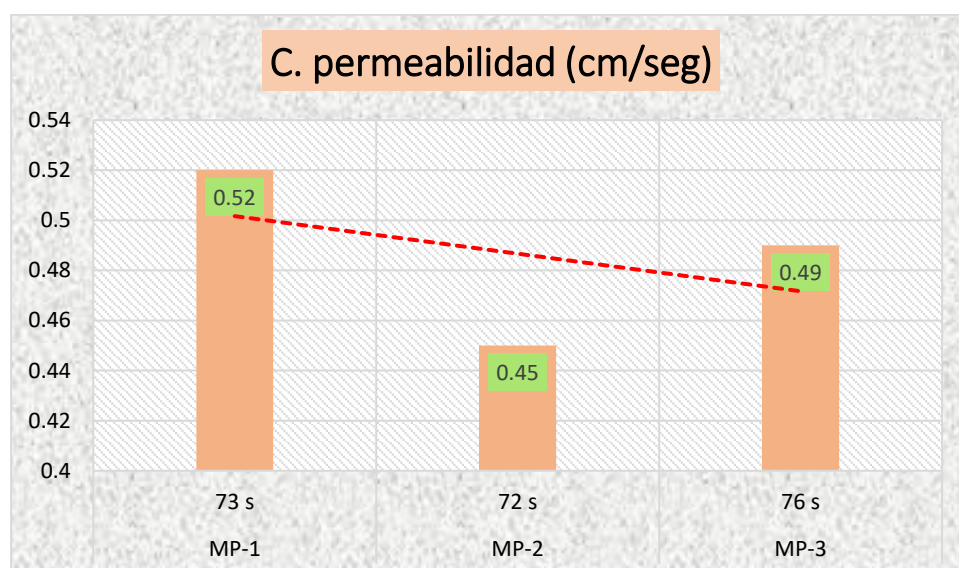
**Tabla 31**

*Valor de la permeabilidad MP + 10% A.F + 1.0%SP, 28 días*

Código	Edad	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	Tiempo (s)	C. permeabilidad (cm/seg)	Promedio
MP-1			73	0.52	
MP-2	28	210	72	0.45	0.49
MP-3			76	0.49	

**Figura 44**

*Permeabilidad, MP + 10% A.F + 1.0%SP*



La figura 44 y la tabla 31 muestran que las tres muestras del diseño de hormigón poroso obtuvieron resultados en las pruebas de permeabilidad que oscilaron entre 0,49 cm/s de media, dependiendo de las adiciones de un 1,0 % de superplastificante y un 10 % de áridos finos. Los valores calculados están claramente por encima del mínimo especificado por la norma ACI 522R, que es de 0,14 cm/seg. Por lo tanto, se puede afirmar que el hormigón poroso permite el paso del agua.

#### d) Permeabilidad del concreto poroso, MP + 15% A.F + 1.50%SP

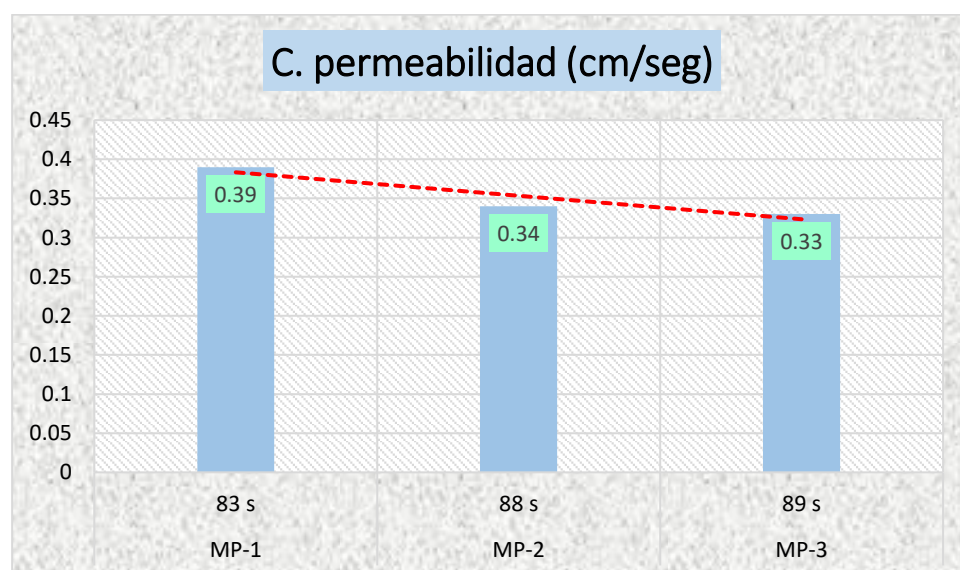
**Tabla 32**

*Valor de la permeabilidad MP + 15% A.F + 1.50%SP, 28 días*

Código	Edad	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	Tiempo (s)	C. permeabilidad (cm/seg)	Promedio
MP-1			83	0.39	
MP-2	28	210	88	0.34	0.35
MP-3			89	0.33	

**Figura 45**

*Permeabilidad, MP + 10% A.F + 1.0%SP*





Los resultados de la prueba de permeabilidad de tres muestras del diseño de hormigón poroso oscilan entre un valor medio de 0,35 cm/s, como se muestra en la tabla 32 y la figura 45, dependiendo de las adiciones de un 15 % de partículas finas y un 1,50 % de superplastificante. Aunque la norma ACI 522R especifica un rango mínimo de 0,14 cm/s, los valores calculados lo superan claramente. Por lo tanto, se puede afirmar que el hormigón poroso permite el paso del agua.

#### 4.2 Discusión de resultados

Es evidente que los diseños de mezclas creados cumplen los requisitos de la normativa aplicable cuando comparamos los diseños con y sin aditivos (más concretamente, aditivos superplastificantes) a los 7, 14 y 28 días. Esto valida nuestra premisa particular de que las carreteras construidas con hormigón permeable tienen un mejor drenaje superficial después de la lluvia.

Los resultados de este estudio en la zona de San Miguel se comparan con los de investigaciones anteriores a las que se hace referencia en el capítulo II. El hormigón permeable con una resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> se sometió a una evaluación de los efectos de la adición de áridos finos y un aditivo superplastificante. Tras investigar más a fondo, se descubrió que la mezcla estándar fresca (MP) tenía una consistencia media de 1 pulgada, lo que supone una consistencia seca. El uso de un 5 %, un 10 % y un 15 % de áridos finos con un 0,5 %, un 1,0 % y un 1,50 % de aditivo superplastificante dio como resultado consistencias que oscilaban entre 1 pulgada y 1,6 pulgadas, respectivamente.

La resistencia a la compresión del hormigón estándar se midió en 108,37 kg/cm<sup>2</sup>, 160,85 kg/cm<sup>2</sup> y 215,57 kg/cm<sup>2</sup> tras siete, catorce y veintiocho días de fraguado, respectivamente. Estos valores representan las resistencias medias del hormigón. A los



28 días, las resistencias medias del hormigón poroso tras la adición de áridos finos y aditivos superplastificantes en porcentajes del 5 % A.F + 0.50 % SP, 10 % A.F + 1.0 % SP, y 15 % A.F + 1.50 % SP, fueron de 219,55 kg/cm<sup>2</sup>, 221, 27 kg/cm<sup>2</sup> y 228,09 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Estos valores se determinaron comparando las resistencias del hormigón a los 28 días. Además, llegaron a la conclusión de que la incorporación de áridos finos y aditivos superplastificantes en cantidades variables da lugar a una mejora de las características mecánicas del hormigón poroso tradicional, lo que se traduce en mejoras de la resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

En relación con la prueba de permeabilidad, se midió el coeficiente de permeabilidad en diversas combinaciones. A los 28 días de fraguado, los coeficientes de permeabilidad del hormigón estándar se midieron en 0,67 cm/s, respectivamente. A los 28 días, los coeficientes fueron de 0,60 cm/s, 0,40 cm/s y 0,30 cm/s, respectivamente, cuando se incluyeron en la ecuación los porcentajes de 5 % AF + 0.5 % SP, 10 % AF + 1.0 % SP, y 15 % AF + 1.50 % SP. A medida que aumenta la proporción de aditivo, los coeficientes a los 28 días fueron de 0,60 cm/s para 5%AF+0.5 % SP, 0,49 cm/s para 10 % AF+1.0 % SP, y 0,35 cm/s para 15 % AF+1.50 % SP. Esto indica que la permeabilidad disminuye al aumentar las combinaciones de aditivos. A partir de los resultados, se determinó que el coeficiente de permeabilidad aumenta en proporción al porcentaje de huecos.

De estos resultados podemos deducir que las propiedades mecánicas e hidráulicas del hormigón permeable se ven afectadas de manera diferente por la adición de áridos finos y aditivos superplastificantes en proporciones variables, y que estos efectos son coherentes con los observados en estudios nacionales anteriores.



## CONCLUSIONES

Al incorporar partículas finas y aditivos superplastificantes al hormigón poroso, se puede mejorar su permeabilidad a la lluvia y su resistencia a la compresión, sin superar los límites especificados. Las características en estado fresco y la permeabilidad, que se definen de manera similar mediante los parámetros, están sujetas a las mismas reglas.

Los siguientes resultados se obtuvieron de las pruebas de asentamiento de las piezas preparadas para nuestro estudio: en primer lugar, el hormigón permeable estándar alcanzó una media de 1 pulgada; en segundo lugar, las piezas que se mezclaron con un 5 % de A.F. + 0,50 % de SP, un 10 % de A.F. + 1,0 % SP y 15 % A. F. + 1,50 % SP tuvieron una trabajabilidad de 1,5", 1,6" y 1,5" respectivamente; y en tercer lugar, las porciones que se mezclaron con estas adiciones mejoraron la trabajabilidad del hormigón poroso.

En promedio, la resistencia a la compresión del material de hormigón permeable convencional fue de 215,27 kg/cm<sup>2</sup> después de 28 días de curado. Se obtuvieron resistencias medias de 219,55 kg/cm<sup>2</sup>, 221,27 kg/cm<sup>2</sup> y 228,09 kg/cm<sup>2</sup> en las porciones elaboradas con porcentajes del 5 % de A.F. + 0,50 % SP, 10 % A.F. + 1,0 % SP y 15 % A. F. + 1,50 % SP, respectivamente. La dosis óptima, que fue del 15 % A.F. + 1,50 % SP, produjo una resistencia de 228,09 g/cm<sup>2</sup>.

Los resultados mostraron que el hormigón permeable estándar tenía un índice de permeabilidad medio de 0,67 cm/seg cuando se realizó la prueba de permeabilidad 28 días después de preparar las porciones en el estudio. Por el contrario, las porciones de 5 % A.F. + 0,50 % SP, 10 % A.F. + 1,0 % SP y 15 % A.F. + 1,50 % SP alcanzaron niveles de permeabilidad de 0,60 cm/seg, 0,49 cm/seg y 0,35 cm/seg, respectivamente.



## RECOMENDACIONES

La forma adecuada de preparar muestras de hormigón para pruebas de laboratorio en la prensa es mezclar bien el material y apisonarlo, tal y como se haría al realizar pruebas de compresión.

Antes de comenzar cualquier prueba de laboratorio, asegúrese de que todas las herramientas e instrumentos funcionan correctamente y han sido calibrados.

Para evitar que el hormigón permeable se llene de polvo y suciedad transportados por el viento, se debe prestar más atención al mantenimiento posterior a la construcción de este tipo de infraestructura vial. Esto incluye la limpieza rutinaria de la zona donde se colocó el hormigón.

Diseñe un sistema de subdrenaje eficaz para recoger y almacenar el agua que se filtra a través del hormigón poroso. Esta agua puede utilizarse posteriormente para el riego de parques y jardines.



## REFERENCIAS

522R-10: *Report on Pervious Concrete*. ACI Committee, 522. 2010. 40, Farmington Hills, Michigan, EE. UU. : *Technical Documents*, 2010, Vol. I.

Bautista, A. (2018). *Diseño de pavimento rígido permeable para la evaluación de aguas pluviales según norma ACI 522R-10*. Universidad San Martín doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12727/4928> de Porres.

Beltrán, A. y Villalba, S. (2020). *Diseño de mezcla para concreto permeable con fibra de vidrio*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. doi:<http://hdl.handle.net/11349/25180>

Castañeda Y Moujir “*Diseño Y Aplicación De Concreto Poroso Para Pavimentos*”. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2014. 186 pp [fecha de consulta: 19 de julio de 2021]. Disponible en: [http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/3082/Dise%C3%B1o\\_a\\_plicacion\\_concreto.pdf?se-quence=1](http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/3082/Dise%C3%B1o_a_plicacion_concreto.pdf?se-quence=1)

Choque Y Ccana “*Permeabilidad del concreto poroso elaborado con agregado de las canteras vicho y Zurite, adicionando aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l para una resistencia 210 kg/cm*” (Título de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad andina del Cuzco del Perú, 2016. 92 pp [fecha de consulta: 05 de junio de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/710>

Cogollo, M. (2018) “*Modelación Numérica De Pavimentos Rígidos Mediante Modulación Convencional Y De Losas Cortas*” Colombia: UCC.



*NTP 339.034 2015 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo. ASTM y INACAL. 2015. 19, Lima, Perú :*

*Inacal, 2015, Vol. 4° edición. 91.100.30.*

*NTP 339.035 2009 Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. ASTM. 2009. 9, Lima, Perú : Norma Técnica Peruana, 2009, Vol. 3° edición. 91.100.10.*

*NTP 339.184 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto. 1064-11, ASTM C. 2013. 6, Lima, Perú : Norma Técnica Peruana, 2013, Vol. 2° edición. 91.100.30.*

*NTP 339.185 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Peruana, Norma Técnica.*

*2002. 8, Lima, Perú : Norma Técnica Peruana, 2002, Vol. 1° edición. 91.100.30.*

*NTP 400.010 AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras. Peruana, Norma Técnica. 2001. 6, Lima, Perú : Norma Técnica Peruana, 2001, Vol. 2° edición. 91.100.30.*

*NTP 400.012 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Peruana, Norma Técnica. 2001. 14, Lima, Perú : Norma Técnica Peruana, 2001, Vol. 2° edición. 91.100.30.*

*NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. Peruana, Norma Técnica. 1999. 10, Lima, Perú : Norma Técnica Peruana, 1999, Vol. 2° edición. 91.100.30.*



*NTP 400.021 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. Peruana, Norma Técnica. 2002. 8, Lima, Perú : Norma Técnica Peruana, 2002, Vol. 2° edición. 91.100.30.*

*NTP 400.022 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Peruana, Norma Técnica. 2002. 5, Lima, Perú : Norma Técnica Peruana, 2002, Vol. 2° edición. 91.100.30.*

*NTP 400.037 AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. 33, ASTM C. 2014. 20, Lima, Perú : Norma Técnica Peruana, 2014, Vol. 3° edición. 91.100.30.*

*Pérez, J. (2017). Influencia de la granulometría del agregado grueso en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable. 85 Universidad Privada doi:<http://hdl.handle.net/11537/12351> del Norte.*



# ANEXOS



## **ANEXO 01**

### **MATRIZ DE CONSISTENCIA**



TIULO: INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA PERMEABILIDAD DE AGUAS PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p><b>Pregunta general:</b></p> <p>¿Cómo influye el concreto poroso como una alternativa para la permeabilidad de aguas pluviales en el distrito de San Miguel?</p> <p><b>Preguntas específicas:</b></p> <p>¿Cómo será el diseño de concreto poroso según la caracterización de los agregados para la permeabilidad de aguas pluviales en el distrito de San Miguel?</p> <p>¿Cuál es la capacidad de permeabilidad de aguas pluviales de un concreto poroso para la evacuación de aguas pluviales en el distrito de San Miguel?</p> <p>¿Cuál es la resistencia a compresión del concreto poroso para la permeabilidad de aguas pluviales en el distrito de San Miguel?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Analizar la influencia del concreto poroso como una alternativa para la permeabilidad de aguas pluviales en el distrito de San Miguel.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>Determinar el diseño de concreto poroso según la caracterización de los agregados para la permeabilidad de aguas pluviales en el distrito de San Miguel.</p> <p>Analizar la capacidad de permeabilidad de aguas pluviales de un concreto poroso para la evacuación de aguas pluviales en el distrito de San Miguel.</p> <p>Analizar la resistencia a compresión del concreto poroso para la permeabilidad de aguas pluviales en el distrito de San Miguel.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>La influencia del concreto poroso como una alternativa para la permeabilidad de aguas pluviales es viable en el distrito de San Miguel'.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p>El diseño de concreto poroso evacua las aguas pluviales en el distrito de San Miguel</p> <p>El coeficiente de permeabilidad es positivo para la infiltración aguas pluviales</p> <p>La resistencia a compresión del concreto poroso presenta buena resistencia.</p>	<p><b>Variable independiente:</b></p> <p>Concreto poroso</p> <p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Aguas pluviales</p>	<p>-Porcentaje</p> <p>-Permeabilidad</p>	<p><b>Tipo:</b> Cuasi-experimental</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Nivel:</b> Aplicativo</p> <p><b>Población:</b> La porosidad y la cantidad de aditivos, como el superplastificante Sikacem, añadidos al hormigón determinarán la población del estudio.</p> <p><b>Muestra:</b> La investigación utilizará muestras cilíndricas de hormigón poroso con una resistencia específica de <math>F'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>. Además, se utilizará hormigón junto con diferentes concentraciones de superplastificantes</p>



## **ANEXO 02**

# **ENSAYOS DE LABORATORIO**



### CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)

ASTM D-2216 MTC E 108-2000

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA PERMEABILIDAD DE AGUAS PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

**SOLICITANTE** : Bach. FABIOLA LISSETH CHOQUE MASCO

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

**CANERA** : ISLA - AGREGADO FINO

ISLA - AGREGADO GRUESO

**FECHA** : 05 de Setiembre del 2024

### CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO

ENSAYO N°	1	2
Peso del recipiente (g)	49.56	49.56
Peso del recipiente (g) + Muestr. Hum. (g)	367.01	380.22
Peso del Recipiente + Muestr. Seca. (g)	359.45	370.00
Peso del agua (g).	7.56	7.56
Peso de Muestra Seca. (g).	309.89	311.00
Contenido de Humedad. (%)	2.10%	2.76%
Contenido de Humedad Promedio (%)	2.43%	

### CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO

ENSAYO N°	1	2
Peso del recipiente (g)	44.89	44.89
Peso del recipiente (g) + Muestr. Hum. (g)	290.78	285.75
Peso del Recipiente + Muestr. Seca. (g)	286.87	279.30
Peso del agua (g).	3.91	3.91
Peso de Muestra Seca. (g)	212.01	220.20
Contenido de Humedad. (%)	1.36%	2.31%
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.84%	

Nota: las muestras fueron puestas por el solicitante.





## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D42216 – D2216 – D427 – D2487)

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA PERMEABILIDAD DE AGUAS PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

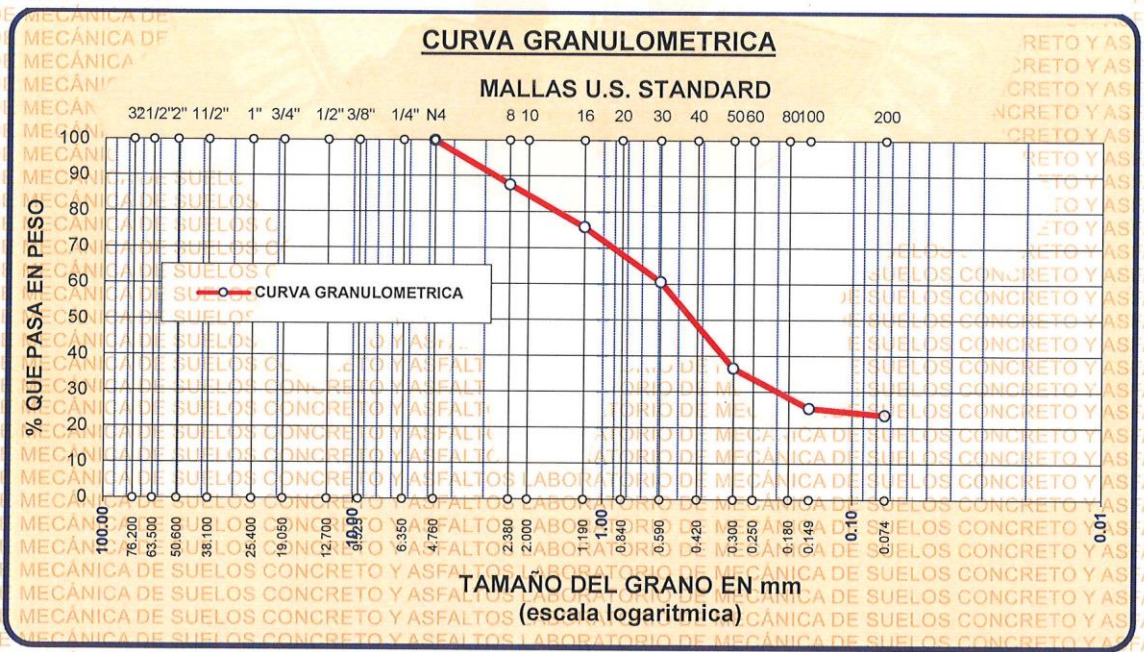
**SOLICITANTE:** Bach. FABIOLA LISSETH CHOQUE MASCO

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

**CANTERA:** ISLA AGREGADO FINO

**FECHA:** 05 de Setiembre del 2024

Tamiz	mm	P. retenido (gr)	% R. parcial	% R. acumulado	% pasa
No4	4.760	0	0.00	0.00	100.00
No8	2.380	76.99	12.28	12.28	87.72
No16	1.190	74.02	11.81	24.09	75.91
No30	0.590	95.11	15.18	39.27	60.73
No 50	0.300	150.67	24.04	63.31	36.69
No100	0.149	69.67	11.12	74.43	25.57
No200	0.074	11.89	1.90	76.32	23.68



Nota: las muestras fueron puestas por el solicitante

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUES  
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
Mgtr. Arnaldo Yana Torres

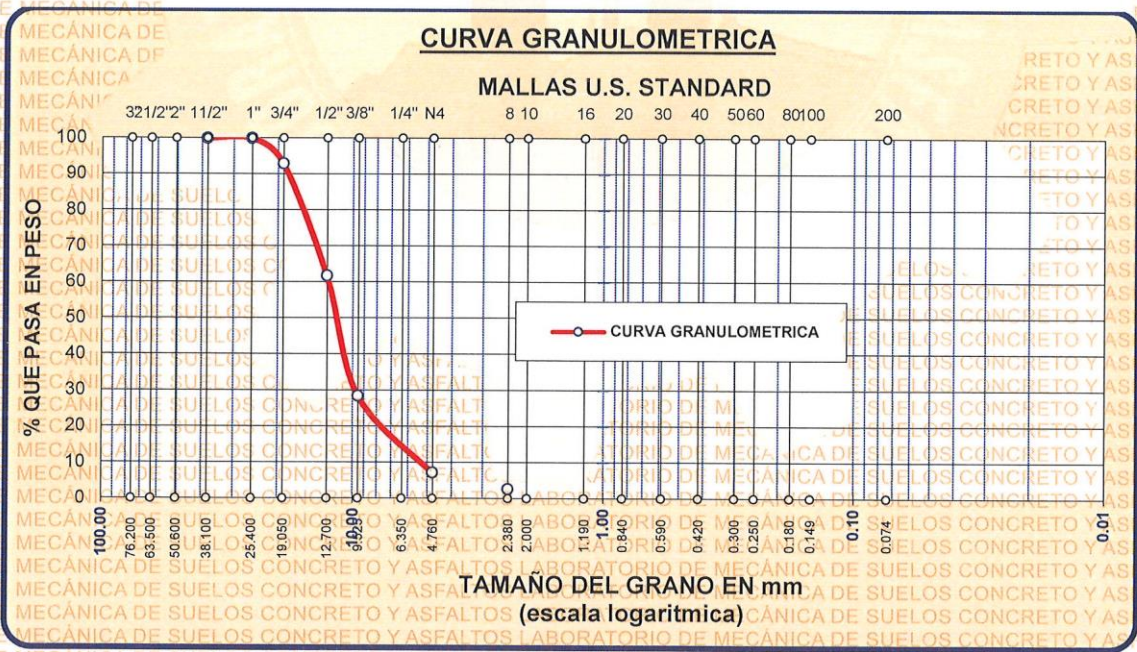


### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA PERMEABILIDAD DE AGUAS PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL  
**SOLICITANTE** : Bach. FABIOLA LISSETH CHOQUE MASCO  
**UBICACIÓN** : Laboratorio de mecánica de suelos de la UANCV  
**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
**FECHA** : 05 de Setiembre del 2024

Tamiz	mm	P. retenido (gr)	% R. parcial	% R. acumulado	% pasa
2"	0	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	216.89	7.09	7.09	92.91
1/2"	12.700	952.90	31.13	38.21	61.79
3/8"	9.525	1020.01	33.32	71.53	28.47
No4	4.750	651.34	21.28	92.81	7.19
No8	2.360	139.53	4.56	97.37	2.63



Nota: las muestras fueron puestas por el solicitante.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUES  
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL  
Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
05/09/2024



### PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

(NTP 400.022:2013-NTP 400.021:2013)

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA PERMEABILIDAD DE AGUAS PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

**SOLICITANTE** : Bach. FABIOLA LISSETH CHOQUE MASCO

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

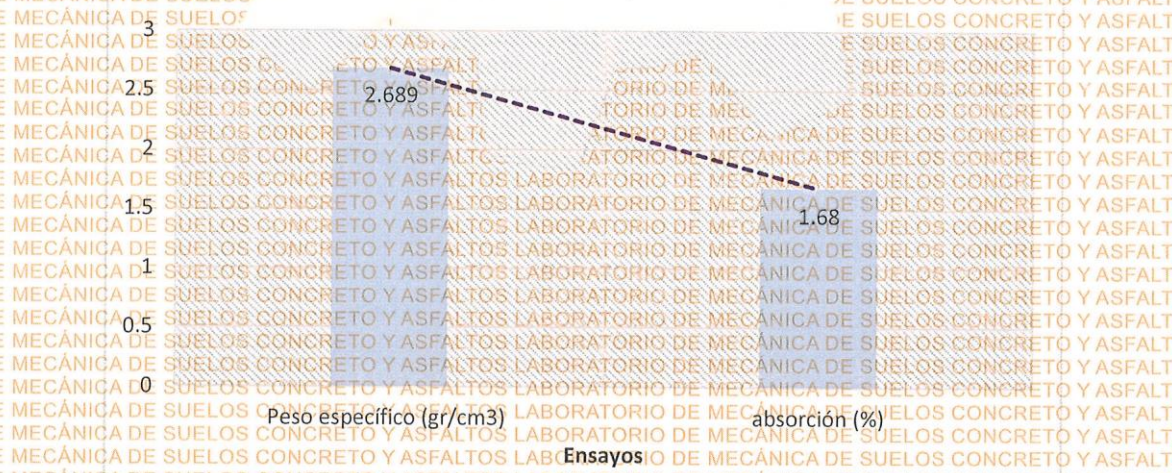
**CANTERA** : ISLA - AGREGADO FINO  
ISLA - AGREGADO GRUESO

**FECHA** : 05 de Setiembre del 2024

### ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS AGREGADO GRUESO

ENSAYO	1	2	Promedio
A= Peso en el aire de la muestra secada al horno (gr)	5893.00	5909.00	5901.00
B=Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr)	6000.00	6000.00	6000.00
C= Peso en el agua de la muestra saturada (gr)	3815.00	3773.68	3794.34
a. Peso específico de la masa $P_e = A/(B-C)$	2.70	2.65	<b>2.68</b>
b. Peso Específico de Masa Saturada con Superficie Seca $P_{eSS} = B/(B-C)$	2.75	2.70	2.72
c. Peso específico Aparente $P_{eA} = A/(A-C)$	2.84	2.77	2.80
d. Absorción $[(B-A)*100]/A$	1.82%	1.54%	<b>1.68%</b>

### Peso específico y absorción



Nota: las muestras fueron puestas por el solicitante.





### PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

(NTP 400.022:2013-NTP 400.021:2013)

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA PERMEABILIDAD DE AGUAS PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

**SOLICITANTE** : Bach. FABIOLA LISSETH CHOQUE MASCO

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

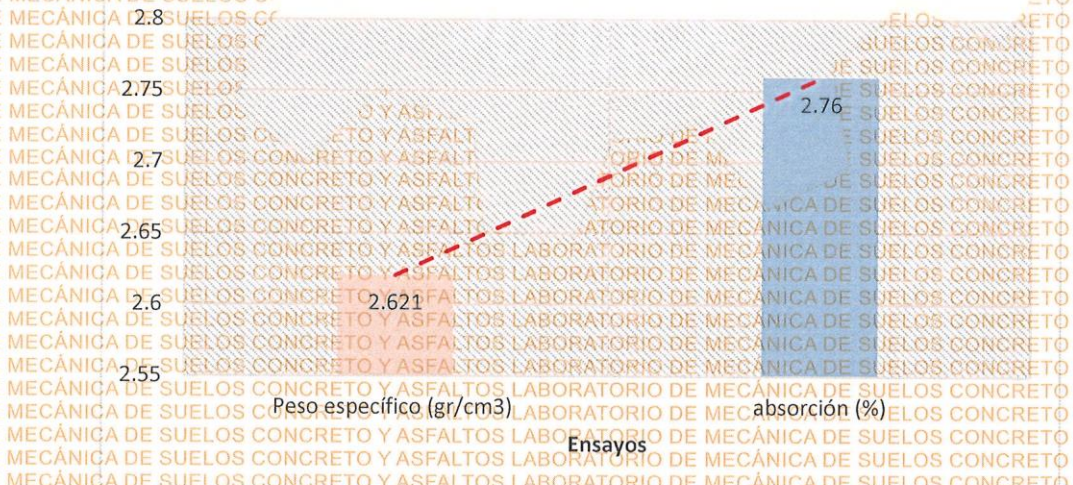
**CANERA** : ISLA - AGREGADO FINO  
ISLA - AGREGADO GRUESO

**FECHA** : 05 de Setiembre del 2024

### ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS AGREGADO FINO

ENSAYO	1	2	Promedio
Wo= Peso en el aire de la muestra secada al horno (gr)	490.00	483.20	486.60
v= Volúmen del frasco (cm3)	500.00	500.00	500.00
Va= Peso en gr o vol. Cm3 del agua añadida al frasco	321.00	307.15	314.08
a. Peso específico de la masa $Pe=Wo/(V-Va)$	2.74	2.51	<b>2.62</b>
b. Peso específico de la masa Saturada con superficie seca $Pesss=500/(V-Va)$	2.79	2.59	2.69
c. Peso específico Aparente $Pea=Wo/((V-Va)-(500-Wo))$	2.90	2.74	2.82
d. Absorción $Ab=((500-Wo)*100)/Wo$	2.04%	3.48%	<b>2.76%</b>

### Peso específico y absorción



Nota: las muestras fueron puestas por el solicitante.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUES  
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO M.S.C.A.  
JEPATURA



# NTP 400.017:2011 PESOS UNITARIOS

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA PERMEABILIDAD DE AGUAS PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

**SOLICITANTE** : BACH. FABIOLA LISSETH CHOQUE MASCO

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

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO FINO

ISLA - AGREGADO GRUESO

**FECHA** : 05 de Setiembre del 2024

### Peso unitario suelto de Agregado fino

#### AGREGADO FINO

##### SUELTO

Peso	P. molde	v. molde	
9659.00	5971.00	2126.00	1562.00

#### VARILLADO/COMPACTADO

Peso	P. molde	v. molde	
9786.00	5971.00	2126.00	1689.00

### Peso unitario suelto de Agregado Grueso

#### AGREGADO GRUESO

##### SUELTO

Peso	P. molde	v. molde	
12467.00	7984.00	3228.00	1255.00

#### VARILLADO/COMPACTADO

Peso	P. molde	v. molde	
12679.00	7984.00	3228.00	1467.00

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUES  
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

M.S.C.A. JEFEATURA  
Ing. Arnoldo Yana Torres  
CIP 103257



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 11 - 06 - 2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: FABIOLA LISSETH CHOQUE MASCO

Dirección: JR. PROGRESO S/N

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70352506

Teléfono: 930349708 email: fabiolamasco@gmail.com

Nombres y Apellidos:

Dirección:

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:

Teléfono: email:

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: INFLUENCIA DEL CONCRETO POROSO COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA PERMEABILIDAD DE AGUAS  
PLUVIALES EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

Palabras claves, (3 a 5 términos): Concreto Poroso, Resistencia a la Compresión, Permeabilidad.

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

2

<sup>1</sup> Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

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



2. Referencia de tesis:

Bachiller  Titulo  2da Especialidad  Maestría  Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

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

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

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

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

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

Sí autorizo  
 No autorizo

### Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

Firma de Autor



huella digital

06 DE JUNIO DEL 2025

Fecha